



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - RM18831

**ANALISIS PERBANDINGAN KETELITIAN GNSS
LOW COST OEM BOARD K706 DAN GNSS LOW
COST TERSUS BX316 (Studi Kasus: Kelurahan
Bulusidokare Kabupaten Sidoarjo)**

Mochammad Rizki Ubaidillah
NRP 0331164000092

Dosen Pembimbing
Mokhamad Nur Cahyadi, ST, M.Sc, Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020



TUGAS AKHIR - RM18831

**ANALISIS PERBANDINGAN KETELITIAN GNSS
LOW COST OEM BOARD K706 DAN GNSS LOW
COST TERSUS BX316 (Studi Kasus: Kelurahan
Bulusidokare Kabupaten Sidoarjo)**

Mochammad Rizki Ubaidillah
NRP 0331164000092

Dosen Pembimbing
Mokhamad Nur Cahyadi, ST, M.Sc, Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL ASSIGNMENT - RM18831

**COMPARATIVE ANALYSIS GNSS LOW COST
OEM BOARD K706 AND LOW COST GNSS
BX316 (Case Study: Bulusidokare Village
Sidoarjo Regency)**

Mochammad Rizki Ubaidillah
NRP 0331164000092

Supervisor
Mokhammad Nur Cahyadi, ST, M.Sc, Ph.D

GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil, Planning, and Geo Engineering
Institut Tekno*l*ogi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ANALISIS PERBANDINGAN KETELITIAN GNSS LOW
COST OEM BOARD K706 DAN GNSS LOW COST TERSUS
BX316 (Studi Kasus: Kelurahan Bulusidokare Kabupaten
Sidoarjo)

Nama Mahasiswa : Mochammad Rizki Ubaidillah
NRP : 03311640000092
Jurusan : Teknik Geomatika
Dosen Pembimbing : Mokhammad Nur Cahyadi, ST, M.Sc, Ph.D

ABSTRAK

Inovasi pada teknologi penentuan posisi GNSS berjalan dengan sangat cepat, baik pada peralatan GNSS tipe geodetik, maupun tipe navigasi. Selain tipe GNSS tersebut, dalam beberapa tahun terakhir GNSS *low-cost* juga mengalami perkembangan yang signifikan. Keunggulan dari GNSS *low-cost* berada pada segi harga yang memiliki perbedaan cukup jauh jika dibandingkan dengan GNSS tipe geodetik. Dalam hal ketelitian, ada beberapa alat yang telah teruji. Selain itu juga ukuran dan berat yang lebih kecil dan ringan dibanding dengan GNSS geodetik. Penelitian ini menunjukkan apakah GNSS Tersus BX316 dan Comnav K706 Oem Board yang dapat setara dengan GNSS geodetik Stonex S800. Pengujian dilakukan dengan melakukan pengukuran di satu titik dengan menggunakan 3 CORS yang berbeda dengan menggunakan metode *post processing* dan *PPP* serta pengamatan dalam posisi bergerak untuk *RTK+* kinematik. Hasil pengamatan *post processing* dan *PPP* kemudian dilakukan uji statistik untuk melihat perbandingan antara GNSS Tersus BX316 dengan Comnav K706. Hasil menunjukkan BX316 memiliki kualitas ketelitian sebesar 0.021 m dari koordinat acuan yaitu Stonex S800 yang lebih baik dibandingkan dengan Comnav K706 *Oem Board* dengan tingkat ketelitian 0.026 m dari koordinat acuan.

Kata kunci: Stonex S800, Comnav K706, Tersus BX316, GNSS
low-cost

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

COMPARATIVE ANALYSIS GNSS LOW COST OEM
BOARD K706 AND LOW COST GNSS BX316 (Case Study:
Bulusidokare Village Sidoarjo Regency)

Nama Mahasiswa : Mochammad Rizki Ubaidillah
NRP : 0331164000092
Jurusan : Teknik Geomatika
Dosen Pembimbing : Mokhamad Nur Cahyadi, ST, M.Sc, Ph.D

ABSTRACT

Innovations in GNSS positioning *technology* are very fast, both for geodetic type GNSS equipment and navigation type. In addition to these types of GNSS, in recent years low-cost GNSS has also experienced significant development. The advantages of low-cost GNSS are in terms of price which has quite a big difference when compared to the geodetic type GNSS. In terms of accuracy, there are several tools that have been tested. In addition, the size and weight are smaller and lighter compared to geodetic GNSS. This study shows whether the GNSS Tersus BX316 and Comnav K706 Oem Board can be equivalent to the Stonex S800 GNSS geodetic. Tests carried out by measuring at one point using 3 different CORS using post processing and PPP methods as well as observations in a mobile position for RTK + kinematic. The results of post processing and PPP observations were then carried out statistical tests to see the comparison between the GNSS Tersus BX316 and Comnav K706. The results show that BX316 has a quality accuracy of 0.021 m from the reference coordinates namely Stonex S800 which is better compared to Comnav K706 Oem Board with a level of accuracy of 0.026 m from the reference coordinates.

Keywords: Stonex S800, Comnav K706, Tersus BX316, GNSS low-cost

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PERBANDINGAN KETELITIAN GNSS LOW
COST OEMBOARD K706 DAN GNSS LOW COST TERSUS
BX316 (Studi Kasus: Kelurahan Bulusidokare Kabupaten
Sidoarjo)**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Oleh:
Mochammad Rizki Ubaidillah
NRP 0331164000092**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

**Mokhamad Nur Cahyadi, ST, M.Sc, Ph.D
NIP. 19811223 200501 1 002**



SURABAYA, AGUSTUS 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya sampaikan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian untuk tugas akhirnya yang berjudul **“ANALISIS PERBANDINGAN KETELITIAN GNSS LOW COST OEM BOARD K706 DAN GNSS LOW COST TERSUS BX316 (Studi Kasus: Kelurahan Bulusidokare Kabupaten Sidoarjo)”** dengan lancar.

Selama pelaksanaan penelitian untuk tugas akhir penulis ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga dari penulis yang selalu memberikan dukungan dari sebelum hingga selesainya penelitian tugas akhir ini.
2. Bapak Mokhammad Nur Cahyadi, ST, M.Sc, Ph.D, selaku dosen pembimbing penelitian tugas akhir ini yang selalu membimbing, memberi arahan, dan dukungan dari sebelum hingga selesainya penelitian tugas akhir ini.
3. Seluruh Bapak Ibu dosen Teknik Geomatika, yang telah memberikan dukungan, ilmu dan bimbingannya.
4. Imam Satria Yudha, selaku kakak tingkat yang telah mengajarkan dan membantu dalam proses selama berjalannya tugas akhir.
5. Serta teman-teman G18 yang telah membantu dan memberikan saran terkait penelitian tugas akhir ini.

Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan oleh penulis untuk penyempurnaan penelitian ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat untuk semua pihak, khususnya untuk mahasiswa Jurusan Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, Agustus 2020

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
LEMBAR PENGESAHAN	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Tugas Akhir.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 GPS	5
2.1.1 Definisi GPS	5
2.1.2 Metode Penentuan Posisi dengan GPS.....	6
2.1.3 Penentuan Posisi Metode Survei Statik.....	9
2.1.4 Penentuan Posisi Metode Survei Kinematik.....	10
2.1.5 Penentuan Metode <i>Real-Time Kinematic</i>	10
2.1.6 Penentuan metode <i>Precise Point Positioning</i>	11
2.2 Kesalahan dan Bias.....	12
2.3 Parameter GPS.....	14
2.4 CORS.....	15
2.5 STONEX.....	16
2.6 OEM Board	18
2.7 Tersus.....	19
2.8 Antenna	20
2.9 RINEX	21
2.10 RTKLib.....	21
2.11 Kepresisian dan Keakurasian.....	22
2.12 Ketelitian Posisi.....	24
2.13 Uji Statistik.....	25

2.14 Penelitian Terdahulu	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Lokasi Penelitian	29
3.2 Data dan Peralatan	30
3.5.1 Data	30
3.5.2 Peralatan	30
3.3 Sketsa Pengukuran	30
3.4 Metodologi Penelitian	32
3.5 Tahapan Pengelolaan data	34
3.5.1 Pengambilan Data	34
3.5.2 Diagram Alir Pengolahan Data GNSS	34
3.5.3 Pengaturan Alat	41
3.5.4 Pengolahan Metode <i>Post Processing</i>	43
3.5.5 Pengolahan Metode <i>Precise Point Positioning</i>	43
3.6 Analisis Hasil Pengolahan Data	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Hasil Perolehan Data	45
4.2 Nilai Koordinat	53
4.3 PPP	55
4.4 RTK + KINEMATIK	56
4.5 UJI STATISTIK	61
4.6 Akurasi dan Presisi	66
4.7 Nilai Standar Deviasi Per Detik	67
4.8 Perbandingan <i>Fix</i> dan <i>Float</i>	71
4.9 Jumlah Satelit Per Detik	72
4.10 RTK per Detik	73
4.11 <i>Single Position</i> dan <i>RTK</i> per detik	74
4.12 Rasio Sinyal Pada <i>Trajectory</i>	76
4.13 Kesalahan Jam Satelit	77
4.14 Ketelitian <i>Baseline</i>	77
4.15 KECEPATAN KEMBALI KE <i>FIX</i>	78
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	81
5.1 Kesimpulan	81
5.2 Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN	89
BIODATA PENULIS	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penentuan Posisi Metode Absolut.....	7
Gambar 2.2 Penentuan Posisi Metode Diferensial	8
Gambar 2.3 Penentuan Posisi Metode Survei Statik	9
Gambar 2.4 Penentuan Posisi Metode Survei Kinematik	10
Gambar 2.5 Penentuan Posisi Metode RTK	11
Gambar 2.6 Penentuan Posisi Metode PPP.....	12
Gambar 2.7 Antena Geodetik AT330.....	21
Gambar 2.8 Faktor-Faktor Ketelitian Survei GPS	24
Gambar 2.9 Spektrum Ketelitian Posisi Survei GPS.....	25
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Berada di Titik Survey	29
Gambar 3.2 Peta Rencana Untuk Pengamatan GNSS	31
Gambar 3.3 Diagram Alir Metodologi Penelitian	32
Gambar 3.4 Diagram Pengambilan Data	34
Gambar 3.5 Diagram Alir Tugas Akhir	35
Gambar 3.6 Diagram Alir Tugas Akhir (lanjutan)	36
Gambar 3.7 Diagram Alir Tugas Akhir (lanjutan-2).....	37
Gambar 3.8 Diagram Alir Tugas Akhir (lanjutan-3).....	38
Gambar 3.9 Diagram Alir Tugas Akhir (lanjutan-4).....	39
Gambar 3.10 <i>Interface</i> software dari Comnav K706.....	41
Gambar 3.11 Daftar pesan <i>log</i>	41
Gambar 3.12 <i>Interface software</i> dari Tersus BX316.....	42
Gambar 3.13 <i>Interface software</i> RTKLib.....	42
Gambar 3.14 Pengaturan untuk pengambilan data GNSS	42
Gambar 3.15 Proses <i>Post Processing</i> menggunakan RTKLib....	43
Gambar 3.16 Proses pengolahan <i>Precise Point Positioning</i>	43
Gambar 4.1 Data <i>Rinex</i> Stonex S800	45
Gambar 4.2 Data <i>Rinex</i> Comnav K706	46
Gambar 4.3 Data <i>Rinex</i> Comnav BX316.....	46
Gambar 4.4 Data NMEA K706.....	47
Gambar 4.5 Data NMEA BX316	48
Gambar 4.6 Data <i>Post Processing</i> Stonex S800	49
Gambar 4.7 Data <i>Post Processing</i> Comnav K706	49
Gambar 4.8 Data <i>Post Processing</i> Tersus BX316.....	50

Gambar 4.9 Data <i>precise point positioning</i> Stonex S800	51
Gambar 4.10 Data <i>precise point positioning</i> Comnav K706	52
Gambar 4.11 Data <i>precise point positioning</i> Tersus BX316	52
Gambar 4.12 Peta Rencana Jalur Pengamatan	57
Gambar 4.13 Garis pengukuran alat BX316	58
Gambar 4.14 Garis pengukuran alat K706	58
Gambar 4.15 Sebaran titik K706 dan BX316	59
Gambar 4.16 Letak titik sinyal <i>fix</i>	59
Gambar 4.17 Letak titik sinyal <i>float</i>	60
Gambar 4.18 Letak titik sinyal <i>single</i>	60
Gambar 4.19 Akurasi dari titik survei dengan titik acuan	66
Gambar 4.20 Akurasi dan presisi <i>RTK</i>	67
Gambar 4.21 Standar Deviasi Lintang Perdetik CSBY	67
Gambar 4.22 Standar Deviasi Bujur Perdetik CSBY	68
Gambar 4.23 Standar Deviasi Tinggi Perdetik CSBY	68
Gambar 4.24 Standar Deviasi Lintang Perdetik CLMG	68
Gambar 4.25 Standar Deviasi Bujur Perdetik CLMG	69
Gambar 4.26 Standar Deviasi Tinggi Perdetik CLMG	69
Gambar 4.27 Standar Deviasi Lintang Perdetik CSMN	69
Gambar 4.28 Standar Deviasi Bujur Perdetik CSMN	70
Gambar 4.29 Standar Deviasi Tinggi Perdetik CSMN	70
Gambar 4.30 Presentase <i>fix</i> dan <i>float</i> CSBY	71
Gambar 4.31 Presentase <i>fix</i> dan <i>float</i> CLMG	71
Gambar 4.32 Presentase <i>fix</i> dan <i>float</i> CSMN	72
Gambar 4.33 Jumlah satelit yang diterima	73
Gambar 4.34 Rasio sinyal <i>RTK</i> CSBY	73
Gambar 4.35 Rasio sinyal <i>RTK</i> CLMG	74
Gambar 4.36 Rasio sinyal <i>RTK</i> CSMN	74
Gambar 4.37 <i>Single position</i> dan <i>RTK</i> Perdetik K706	75
Gambar 4.38 <i>Single position</i> dan <i>RTK</i> Perdetik BX316	76
Gambar 4.39 Rasio sinyal kinematik	76
Gambar 4.40 Nilai Kesalahan Jam satelit	77
Gambar 4.41 Ketelitian <i>baseline</i> K706	77
Gambar 4.42 Ketelitian <i>baseline</i> BX316	78
Gambar 4.43 Kecepatan kembali ke <i>fix</i> percobaan ke-satu	79
Gambar 4.44 Kecepatan kembali ke <i>fix</i> percobaan ke-dua	79
Gambar 5.1 diagram hasil BX316	81

Gambar 5.2 diagram hasil K7066..... 82

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Stonex S800	17
Tabel 2.2 Spesifikasi Comnav K706 <i>Oem Board</i>	18
Tabel 2.3 Spesifikasi Comnav K706 <i>Oem Board</i> (lanjutan).....	19
Tabel 2.4 Spesifikasi Tersus BX316	20
Tabel 4.1 Hasil Koordinat <i>post processing CORS</i> Surabaya	53
Tabel 4.2 Hasil Koordinat <i>post processing CORS</i> Lamongan	54
Tabel 4.3 Hasil Koordinat <i>post processing CORS</i> Sumenep	54
Tabel 4.4 Hasil Koordinat <i>Real Time</i>	55
Tabel 4.5 Hasil Koordinat <i>Precise Point Positioning</i>	56
Tabel 4.6 Uji T Koordinat <i>Post Processing K706</i> menggunakan <i>CORS</i> Surabaya.....	62
Tabel 4.7 Uji T Koordinat <i>Post Processing BX316</i> menggunakan <i>CORS</i> Surabaya.....	62
Tabel 4.8 Uji T Koordinat <i>Post Processing K706</i> menggunakan <i>CORS</i> Lamongan.....	63
Tabel 4.9 Uji T Koordinat <i>Post Processing BX316</i> menggunakan <i>CORS</i> Lamongan.....	63
Tabel 4.10 Uji T Koordinat <i>Post Processing K706</i> menggunakan <i>CORS</i> Sumenep	64
Tabel 4.11 Uji T Koordinat <i>Post Processing BX316</i> menggunakan <i>CORS</i> Sumenep	64
Tabel 4.12 Uji T untuk Koordinat K706 <i>Precise Point</i> <i>Positioning</i>	65
Tabel 4.13 Uji T untuk Koordinat BX316 <i>Precise Point</i> <i>Positioning</i>	65
Tabel 4.14 Hasil koordinat K706 <i>SPP</i> dan <i>RTK CSBY</i>	75
Tabel 4.15 Hasil koordinat BX316 <i>SPP</i> dan <i>RTK CSBY</i>	75

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Letak Posisi Alat Saat Pengamatan	89
Lampiran 2 Pengaturan Alat Saat Akan Melakukan Pengamatan Kinematik	90
Lampiran 3 Pengaturan Data <i>Log</i> Pada Alat Saat Akan Melakukan Pengamatan	91

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Global Positioning System (GPS) adalah sistem navigasi berbasis satelit yang dikembangkan oleh Departemen Pertahanan AS (DoD) pada awal 1970-an. Awalnya, GPS dikembangkan sebagai sistem militer untuk memenuhi kebutuhan militer A.S. Namun, itu kemudian dibuat tersedia untuk warga sipil, dan sekarang menjadi sistem penggunaan ganda yang dapat diakses oleh pengguna militer dan sipil (FRP, U.S 1999). GPS menyediakan informasi penentuan posisi dan waktu yang kontinu, di manapun di dunia dalam kondisi cuaca apa pun. Karena melayani sejumlah besar pengguna dan menggunakan alasan keamanan, GPS adalah sistem satu arah (pasif) (Langley, R. B. 1990). Artinya, pengguna hanya dapat menerima sinyal satelit. Sistem yang dapat digunakan oleh banyak orang sekaligus dalam segala cuaca ini, didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga dimensi yang teliti, dan juga informasi mengenai waktu, secara kontinyu di seluruh dunia (Abidin 2007).

Saat ini, Sistem Satelit Navigasi Global (GNSS) melibatkan beberapa satelit yang mengorbit mengelilingi bumi secara terus menerus. Dengan menggunakan sinyal kode / sinyal pseudorange, pengguna GNSS dapat menentukan posisi mereka, misalnya: lintang, bujur dan tinggi di bumi dengan mengukur jarak dari satelit setidaknya 4 satelit pada saat itu. Banyak aplikasi dapat diperoleh dengan menggunakan GNSS dengan spektrum akurasi dari akurasi kasar dalam meter hingga akurasi tepat dalam millimeter. *Receiver* tingkat untuk survei geodetik yang memiliki frekuensi ganda dan keuntungan lebih pendek untuk menghitung resolusi ambiguitas, akan memberikan akurasi yang tepat hingga mm. Namun, peralatan ini adalah penerima yang mahal; harganya bisa lebih dari \$ 2000. Saat ini, sebagian besar pengguna GNSS memiliki sensor yang tersedia di harga rendah.

Receiver GPS / GNSS berbiaya rendah memiliki harga murah, ukuran kecil, penanganan mudah dan penyematan. *Receiver* juga dilengkapi untuk aplikasi *real-time kinematik (RTK)*. Salah satu metode penentuan posisi yang tepat adalah *Real Time Kinematic (RTK)* yang dapat memperoleh akurasi tingkat posisi hingga sentimeter secara *real-time* menggunakan pengukuran data fase. Namun, sebagian besar penerima berbiaya rendah hanya memiliki frekuensi tunggal (L1).

Paket program open source untuk aplikasi *RTK* menggunakan *receiver* berbiaya rendah adalah RTKLIB. Program ini mendukung penerima yang bisa mendapatkan pengukuran mentah data GPS. Menggunakan mode *RTK*, GPS berbiaya rendah dapat ditingkatkan untuk mendapatkan akurasi yang baik.

Inovasi pada teknologi penentuan posisi GPS berjalan dengan sangat cepat, baik pada peralatan GPS tipe geodetik, maupun tipe navigasi. Selain tipe GPS tersebut, dalam beberapa tahun terakhir perangkat-perangkat GPS low-cost/murah juga mengalami perkembangan yang signifikan. Keunggulan dari GPS low-cost berada pada segi harga yang memiliki perbedaan cukup jauh jika dibandingkan dengan GPS tipe geodetik. Dalam hal ketelitian, ada beberapa alat yang telah teruji dan memiliki ketelitian yang cukup tinggi. Selain itu juga ukuran dan berat yang lebih kecil dan ringan dibanding dengan GPS geodetik (Yuwono dkk 2019).

Penelitian sebelumnya dilakukan pengujian terhadap GNSS *low-cost K706 Oem Board*. GNSS *K706 Oem Board* yang sudah dibandingkan dengan GPS Geodetik Topcon HiperPro sebagai acuan. Penelitian ini berfokus pada pengujian akurasi, presisi dan uji hipotesis menggunakan uji-F dan uji-T untuk menentukan tingkat kelayakan GNSS *low-cost K706 Oem Board* pada pengukuran geodesi. Penelitian ini menghasilkan nilai RMS dan Standard Deviasi yang mencapai sub “cm” pada metode Statik dan Kinematik. Pada metode *RTK* hasil RMS dan Standard Deviasi mencapai sub “m” (Fatikunada 2019).

Berdasarkan hal di atas, akan dilakukan penelitian tentang perbandingan ketelitian pada GNSS dual frekuensi K706 *OEM BOARD* dari COMNAV dengan GNSS dual frekuensi TERSUS BX316. Pada penelitian ini digunakan beberapa metode pengukuran untuk melakukan pengujian, yaitu statik, kinematik, *Real Time Kinematic (RTK)*, dan *Precise Point Positioning (PPP)*. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat mengetahui perbandingan akurasi dan presisi dari GNSS K706 *OEM BOARD* dengan GNSS TERSUS BX316, serta dapat menentukan tingkat kelayakan GNSS K706 *OEM BOARD* dan GNSS TERSUS BX316 dalam pengukuran geodesi. dan penelitian ini sangat bermanfaat dalam menghemat pengeluaran biaya untuk membeli alat GNSS.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian tugas akhir ini adalah perbandingan *low-cost* GNSS terhadap GNSS geodetik, ditinjau dari beberapa aspek dari masing-masing modul GPS tersebut seperti:

1. Hasil nilai koordinat.
2. Nilai Akurasi dan Presisi.
3. Sinyal yang didapatkan.
4. Jumlah satelit yang diterima.

1.3 Batasan Masalah

Batasan Masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Wilayah studi berada di Kelurahan bulusidokare Kabupaten Sidoarjo.
2. Teknologi yang digunakan GNSS Stonex S800, GNSS K706 dan GNSS Tersus BX316.
3. Data diolah dengan menggunakan software RTKlib.
4. Analisa hasil menggunakan metode uji statistik (Uji T).

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis hasil koordinat pengamatan dari GNSS K706 *OEM BOARD* dan GNSS TERSUS BX316 terhadap GNSS Stonex S800.

2. Membuktikan apakah GNSS *low-cost* dapat digunakan pengukuran seperti GNSS Geodetik.
3. Membuktikan apakah hasil kualitas data yang didapatkan dari penggunaan GNSS *low-cost* sebanding dengan harga pembelian produk.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat yang akan diberikan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui ketelitian dari kedua alat GNSS *low-cost* jika dibandingkan dengan GNSS Geodetik Stonex.
2. Menjadikan GPS *low cost* sebagai salah satu pilihan untuk melakukan pengukuran karena harga relatif lebih terjangkau.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 GPS

2.1.1 Definisi GPS

Global Positioning System (GPS) adalah sistem navigasi berbasis satelit yang dikembangkan oleh Departemen Pertahanan AS (DoD) pada awal 1970-an. Awalnya, GPS dikembangkan sebagai sistem militer untuk memenuhi kebutuhan militer A.S. Namun, itu kemudian dibuat tersedia untuk warga sipil, dan sekarang menjadi sistem penggunaan ganda yang dapat diakses oleh pengguna militer dan sipil (FRP, U.S 1999). GPS menyediakan informasi penentuan posisi dan waktu yang kontinu, di manapun di dunia dalam kondisi cuaca apa pun. Karena melayani sejumlah besar pengguna dan menggunakan alasan keamanan, GPS adalah sistem satu arah (pasif) (Langley, R. B. 1990). Artinya, pengguna hanya dapat menerima sinyal satelit.

GPS terdiri dari tiga segmen: segmen ruang, segmen kontrol, dan segmen pengguna (Wells, D. E. 1987). Segmen ruang terdiri dari konstelasi 24-satelit yang diperkenalkan pada bagian sebelumnya. Setiap satelit GPS mentransmisikan sinyal, yang memiliki sejumlah komponen: dua gelombang sinus (juga dikenal sebagai *carrier frequencies*), dua kode digital, dan pesan navigasi. Kode yang mengirim pesan navigasi ditambahkan ke operator sebagai modulasi bifase biner (Wells, D. E. 1987). Operator dan kode digunakan terutama untuk menentukan jarak dari *receiver* ke GPS.

GPS pada awalnya dikembangkan sebagai sistem militer, tetapi kemudian juga tersedia untuk warga sipil. Namun, untuk menjaga keunggulan militer, departemen pertahanan U.S menyediakan dua tingkat layanan penentuan posisi dan waktu GPS: Layanan Penentuan Posisi Tepat (PPS) dan Layanan Penentuan Posisi Standar (SPS) (Hoffmann-Wellenhof DKK 1994). PPS adalah layanan penentuan posisi dan waktu otonom yang paling tepat. Ia menggunakan salah satu kode GPS yang

ditransmisikan, yang dikenal sebagai kode P (Y), yang hanya dapat diakses oleh pengguna yang berwenang.

Pengguna ini termasuk pasukan militer A.S. Akurasi posisi yang diharapkan yang disediakan oleh PPS adalah 16m untuk komponen horizontal dan 23m untuk komponen vertikal (tingkat probabilitas 95%). SPS, bagaimanapun, kurang tepat dari PPS. Ini menggunakan kode GPS kedua yang ditransmisikan, yang dikenal sebagai kode C / A, yang tersedia gratis untuk semua pengguna di seluruh dunia, resmi dan tidak sah. Awalnya, SPS memberikan akurasi posisi urutan 100m untuk komponen horizontal dan 156m untuk komponen vertikal (tingkat probabilitas 95%). Ini dicapai di bawah pengaruh ketersediaan selektif. Dengan keputusan presiden baru-baru ini untuk menghentikan SA, keakuratan penentuan posisi otonom SPS saat ini berada pada tingkat yang sebanding dengan PPS.

2.1.2 Metode Penentuan Posisi dengan GPS

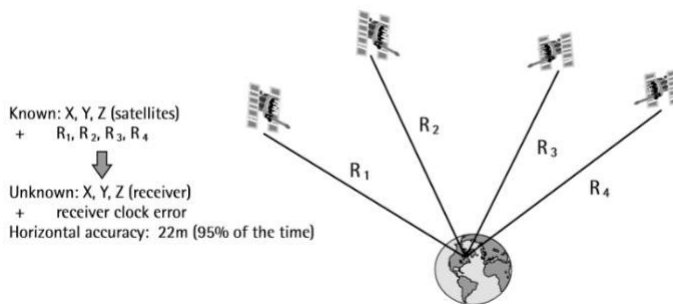
Konsep penentuan posisi dengan menggunakan GPS pada dasarnya adalah pengikatan kebelakang dengan jarak, yaitu dengan melakukan pengukuran jarak secara simultan pada beberapa satelit GPS dengan koordinat yang telah diketahui. Posisi yang diberikan oleh GPS adalah posisi 3 dimensi yang dinyatakan dalam datum *World Geodetic System* 1984, dengan tinggi ellipsoid (Hasanuddin, 1999).

Pelaksanaan metode penentuan posisi menggunakan GPS dapat diklasifikasikan atas beberapa cara bergantung pada mekanisme pengaplikasiannya, tetapi dua prinsip utama metode penentuan posisi adalah metode absolut dan diferensial yang dapat didefinisikan sebagai berikut:

1. Metode Absolut

Penentuan posisi GPS, juga dikenal sebagai posisi mandiri atau absolut, hanya melibatkan satu *receiver* GPS. Yaitu, satu *receiver* GPS secara bersamaan melacak empat atau lebih satelit GPS untuk menentukan koordinatnya sendiri sehubungan dengan pusat Bumi. Hampir semua *receiver* GPS yang saat ini tersedia di

pasar mampu menampilkan koordinat posisi titik mereka. Untuk menentukan posisi titik *receiver* setiap saat, koordinat satelit serta minimum empat rentang hingga empat satelit diperlukan (Hoffmann-Wellenhof 1994). *receiver* mendapatkan koordinat satelit melalui pesan navigasi, sedangkan rentang diperoleh dari salah satu C / Kode-A atau kode P (Y), tergantung pada jenis *receiver* (sipil atau militer). *Pseudorange* yang diukur terkontaminasi oleh kesalahan sinkronisasi jam satelit dan *receiver*. Memperbaiki kesalahan jam satelit dapat dilakukan dengan menerapkan koreksi jam satelit dalam pesan navigasi; kesalahan clock *receiver* diperlakukan sebagai parameter tambahan yang tidak diketahui dalam proses estimasi (Hoffmann-Wellenhof 1994). Ini membawa jumlah total parameter yang tidak diketahui menjadi empat: tiga untuk koordinat *receiver* dan satu untuk kesalahan jam *receiver*



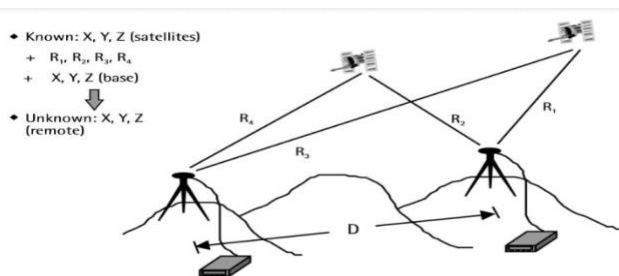
Gambar 2.1 Penentuan Posisi Metode Absolut
(El-Rabbany 2002)

2. Metode Diferensial

Penentuan posisi relatif GPS, juga disebut penentuan posisi diferensial, mempekerjakan dua *receiver* GPS secara bersamaan melacak satelit yang sama untuk menentukan koordinat relatifnya. Dari dua *receiver*, satu dipilih sebagai referensi, atau

pangkalan, yang tetap diam di lokasi dengan koordinat yang diketahui dengan tepat. *Receiver* lain, yang dikenal sebagai rover atau *receiver* jarak jauh, memiliki koordinatnya tidak diketahui. *Receiver* rover mungkin stasioner atau tidak, tergantung pada jenis operasi GPS. Komunikasi publik diperlukan untuk penempatan yang relevan. Namun, pelacakan lebih dari empat satelit umum secara bersamaan akan meningkatkan ketepatan solusi posisi GPS (Hoffmann-Wellenhof 1994).

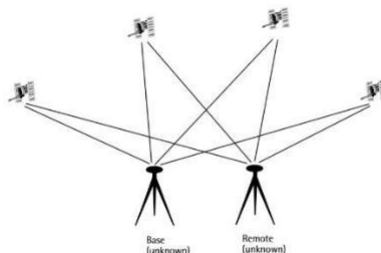
Pengukuran Carrierphase dan / atau pseudorange dapat digunakan dalam posisi relatif. Berbagai teknik penentuan posisi digunakan untuk memberikan solusi pasca-pemrosesan (pengiriman) atau waktu nyata. Detail teknik penempatan yang umum digunakan. Penentuan posisi relatif GPS memberikan akurasi yang lebih tinggi daripada penentuan posisi otonom. Bergantung pada apakah pengukuran fase-pembawa atau pseudorange digunakan dalam penentuan posisi relatif, tingkat akurasi sub sentimeter hingga beberapa meter dapat diperoleh. Hal ini terutama karena pengukuran dua (atau lebih) penerima secara bersamaan melacak satelit tertentu mengandung lebih kurang kesalahan dan bias yang sama (Langley, R. B 1993). Semakin pendek jarak antara kedua penerima, semakin banyak pula kesalahannya. Oleh karena itu, jika kita mengambil perbedaan antara pengukuran kedua *receiver* (maka nama "posisi diferensial"), kesalahan yang sama akan dihapus atau dikurangi.



Gambar 2.2 Penentuan Posisi Metode Diferensial
(El-Rabbany 2002)

2.1.3 Penentuan Posisi Metode Survei Statik

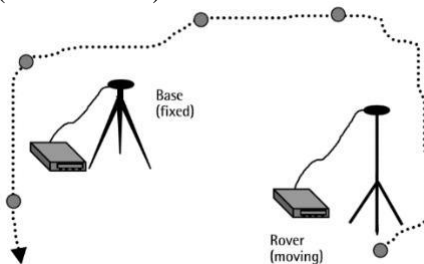
Survei GPS statis adalah teknik penentuan posisi relatif yang tergantung pada pengukuran fase-pembawa (Hoffmann-Wellenhof 1994). Ini mempekerjakan dua (atau lebih) *receiver* stasioner secara simultan melacak satelit yang sama. Satu *receiver*, dipasang pada suatu titik dengan koordinat yang diketahui dengan tepat seperti monumen survei (kadang-kadang disebut sebagai titik yang diketahui). *Receiver* yang lain, disiapkan untuk titik yang koordinatnya dicari. Pada prinsipnya, metode ini didasarkan pada pengukuran serentak pada *receiver* basis dan *receiver* jarak jauh untuk periode waktu tertentu, yang, setelah pemrosesan, menghasilkan koordinat titik yang tidak diketahui. Waktu pengamatan, atau pekerjaan, bervariasi dari sekitar 20 menit hingga beberapa jam, tergantung pada jarak antara *base* dan *receiver* jarak jauh (mis., Panjang garis dasar), jumlah satelit yang terlihat, dan geometri satelit. Pengukuran biasanya dilakukan pada interval perekaman 15 atau 20 detik, atau satu pengukuran sampel setiap 15 atau 20 detik. Setelah menyelesaikan pengukuran lapangan, data yang dikumpulkan diunduh dari penerima ke PC untuk diproses. Opsi pemrosesan yang berbeda dapat dipilih tergantung pada kebutuhan pengguna, panjang garis dasar, dan faktor-faktor lainnya.



Gambar 2.3 Penentuan Posisi Metode Survei Statik
(El-Rabbany 2002)

2.1.4 Penentuan Posisi Metode Survei Kinematik

Penentuan posisi secara kinematik (*kinematic positioning*) merupakan penentuan posisi dari titik-titik yang bergerak dan *receiver* GPS tidak dapat atau tidak mempunyai kesempatan untuk berhenti pada titik-titik tersebut (Abidin 2006). Penentuan posisi kinematik ini dapat dilakukan secara absolut ataupun diferensial dengan menggunakan data *pseudorange* dan/atau *fase*. Hasil penentuan posisi dapat diperlukan saat pengamatan (*real-time*) ataupun sesudah pengamatan (*post processing*). Berdasarkan pada jenis data yang digunakan serta metode penentuan posisi yang digunakan, ketelitian posisi kinematik yang diberikan oleh GPS dapat berkisar dari tingkat rendah (penentuan posisi absolut dengan *pseudorange*) sampai tingkat tinggi (penentuan posisi diferensial dengan *fase*). (Abidin 2006).

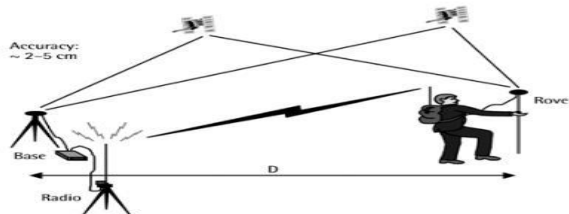


Gambar 2.4 Penentuan Posisi Metode Survei Kinematik
(El-Rabbany 2002)

2.1.5 Penentuan Metode *Real-Time Kinematic*

Survei RTK adalah teknik penentuan posisi relatif berbasis fase pembawa yang mempekerjakan dua (atau lebih) penerima secara bersamaan melacak satelit yang sama. Metode ini cocok ketika: (1) survei melibatkan sejumlah besar titik tak dikenal yang terletak di sekitarnya (yaitu, dalam jarak sekitar 10–15 km) dari titik yang diketahui; (2) koordinat titik yang tidak diketahui diperlukan secara real time; dan (3) garis pandang, jalur rambat, relatif tidak terhalang (Langley, R. B. 1998). Karena kemudahan

penggunaan serta kemampuannya untuk menentukan koordinat secara real time, metode ini adalah metode yang disukai oleh banyak pengguna.



Gambar 2.5 Penentuan Posisi Metode RTK
(El-Rabbany 2002)

Dalam metode ini, *raciever* dasar tetap diam di atas titik yang diketahui dan melekat pada pemancar radio. *Raciever* yang dibawa biasanya dibawa dalam ransel dan melekat pada *raciever* radio. Sama halnya dengan metode GPS kinematika konvensional diperlukan kecepatan data setinggi 1Hz (satu sampel per detik). Pengukuran dan koordinat *raciever* dasar ditransmisikan ke *base* melalui tautan komunikasi (radio) (Langley, R. B 1993, Pacific Crest Corporation 2000). Perangkat lunak bawaan pada *raciever rover* menggabungkan dan memproses pengukuran GPS yang dikumpulkan di pangkalan dan *raciever rover* untuk mendapatkan koordinat *rover*.

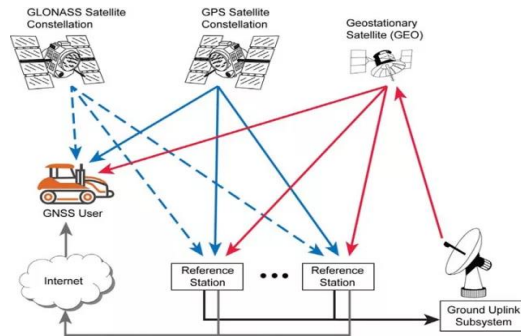
2.1.6 Penentuan metode *Precise Point Positioning*

PPP adalah teknik penentuan posisi yang menghilangkan atau memodelkan kesalahan sistem GNSS untuk memberikan tingkat akurasi posisi yang tinggi dari satu *raciever*. Solusi PPP tergantung pada jam satelit GNSS dan koreksi orbit, yang dihasilkan dari jaringan stasiun referensi global. Setelah koreksi dihitung, mereka dikirim ke pengguna akhir melalui satelit atau melalui Internet. Koreksi ini digunakan oleh *raciever*, menghasilkan tingkat desimal atau posisi yang lebih baik tanpa stasiun pangkalan yang diperlukan.

PPP memberikan akurasi hingga 3 sentimeter. Solusi PPP yang khas membutuhkan periode waktu untuk menyatu dengan

akurasi desimeter untuk menyelesaikan bias lokal seperti kondisi atmosfer, lingkungan multipath, dan geometri satelit. Akurasi aktual yang dicapai dan waktu konvergensi yang diperlukan tergantung pada kualitas koreksi dan bagaimana mereka diterapkan pada *receiver*.

Mirip dalam struktur dengan sistem SBAS, sistem PPP memberikan koreksi kepada penerima untuk meningkatkan akurasi posisi. Namun, sistem PPP biasanya memberikan tingkat akurasi yang lebih besar dan membebankan biaya untuk mengakses koreksi. Sistem PPP juga memungkinkan aliran koreksi tunggal untuk digunakan di seluruh dunia, sementara sistem SBAS bersifat regional. Sistem PPP yang khas ditunjukkan pada gambar 2.6. (NoVatel.Inc 2014)



Gambar 2.6 Penentuan Posisi Metode PPP
(NoVatel.Inc 2014)

2.2 Kesalahan dan Bias

Pengukuran pseudorange dan fase-pembawa GPS dipengaruhi oleh beberapa jenis kesalahan acak dan bias (kesalahan sistematis). Kesalahan ini dapat diklasifikasikan sebagai kesalahan yang berasal dari satelit, kesalahan yang berasal dari *receiver*, dan kesalahan yang disebabkan oleh perambatan sinyal (refraksi atmosfer) (Kleusberg, A 1990). Kesalahan yang berasal dari satelit termasuk ephemeris, atau orbital, kesalahan, kesalahan jam satelit, dan efek ketersediaan selektif. Yang terakhir ini sengaja

dilaksanakan oleh US. DoD untuk menurunkan akurasi GPS otonom untuk alasan keamanan. Namun, itu dihentikan pada tengah malam (waktu siang hari timur) pada tanggal 1 Mei 2000 (Shaw, M 2000). Kesalahan yang berasal dari *receiver* termasuk kesalahan jam penerima, kesalahan multipath, *receiver noise*, dan variasi pusat fase antena. Kesalahan propagasi sinyal termasuk keterlambatan sinyal GPS saat melewati lapisan ionosfer dan troposfer di atmosfer. Bahkan, hanya dalam ruang hampa (freospace) sinyal GPS bergerak, atau merambat, dengan kecepatan cahaya. Terdapat beberapa tipe kesalahan dari sistem GPS yang diantaranya adalah:

2. Kesalahan Jam Satelit dan *Receiver*, Setiap satelit GPS selalu dilengkapi oleh beberapa jam atom yang digunakan untuk mendefinisikan sistem waktu. Jamjam tersebut akan mengalami penyimpangan. Pada umumnya *receiver* GPS dilengkapi dengan jam kristal quartz yang relatif lebih kecil, lebih murah, dan relatif membutuhkan daya yang lebih sedikit dibandingkan dengan jam atom yang dibawa oleh satelit. Ketidak sinkronan antara jam satelit GPS dan jam *receiver* GPS inilah yang akan memberikan informasi waktu yang berbeda dan dapat menjadi sumber kesalahan.

3. Kesalahan Orbit, Kesalahan orbit adalah kesalahan dari posisi satelit GPS dimana posisi yang dilaporkan tidak sama dengan posisi satelit sebenarnya.

4. Ambiguitas Fase, Ambiguitas fase adalah jumlah gelombang penuh yang tidak terukur oleh *receiver* GPS. Ambiguitas fase berupa bilangan bulat kelipatan panjang gelombang. Ketidaktepatan dalam mendefinisikan besarnya ambiguitas fase akan menyebabkan kesalahan dalam penentuan jarak dari satelit GPS ke pengamat.

5. Kesalahan *Multipath*, *Multipath* adalah fenomena dimana sinyal satelit GPS tiba ke dalam *receiver* melalui dua lintasan sinyal yang berbeda. Satu sinyal merupakan sinyal langsung dari satelit GPS ke *receiver* GPS sedangkan sinyal yang lain merupakan sinyal tidak langsung yang dipantulkan oleh benda disekitar antena

receiver GPS. Kesalahan multipath mempengaruhi hasil ukuran pseudorange dan phase.

6. Bias Ionosferik, Lapisan ionosfer yang terdapat pada atmosfer mempengaruhi kecepatan, arah, kekuatan, dan polarisasi dari sinyal GPS yang melaluinya. Efek terbesar yang terpengaruh oleh bias ionosfer adalah kecepatan sinyal GPS, dimana mempengaruhi jarak dan ukuran.

7. Bias Troposferik, Lapisan troposfer pada atmosfer memberikan efek refraksi yang menyebabkan perubahan kecepatan dan arah sinyal GPS.

8. *Cycle slip, Cycle Slip* adalah kesalahan yang menunjukkan ketidakkontinyuan dari fase gelombang pembawa yang diamati dalam jumlah gelombang penuh, karena sinyal *receiver* GPS terputus pada saat pengamatan sinyal GPS.

2.3 Parameter GPS

Dalam pengamatan menggunakan GPS ada beberapahal yang perlu diperhatikan untuk menilai seberapa bagus hasil pengamatan yang telah dilakukan, berikut beberapa parameter-parameter dalam GPS:

1. Perbandingan *float* dan *fix*

Dalam pengamatan GPS posisi *float* dan *fix* sangat mempengaruhi hasil dari pengamatan, hasil *float* dan *fix* dapat dipengaruhi oleh lama waktu pengamatan posisi, panjang kabel antena dan pembagi sinyal.

2. Akurasi tiap detik

Dalam pengamatan GPS untuk menit awal pada pengukuran akan cukup tidak akurat, maka perlu dilakukan pengamatan yang lebih lama.

3. Presentase RTK *fix* dan *float* dalam *trajectory*

Dalam pengamatan GPS pada saat pembuatan *trajectory* akan memiliki perbedaan antara data *fix* dan data *float* maka perlu dianalisis berapa perbedaannya.

4. Posisi standart deviasi untuk koordinat x, y, dan z

Dalam pengamatan GPS posisi suatu titik pengamatan dipengaruhi oleh standart deviasi yang dihasilkan.

5. Jam eror

Dalam pengamatan GPS setiap satelit GPS selalu dilengkapi oleh beberapa jam atom yang digunakan untuk mendefinisikan sistem waktu. Jam- jam tersebut akan mengalami penyimpangan

6. Jumlah *single position* dan RTK perdetik

Dalam pengamatan GPS *Single point positioning* (SPP) hanya menggunakan satu penerima GPS untuk mengumpulkan data dari beberapa satelit untuk menentukan posisi penerima.

7. Jumlah satelit yang dapat diterima

Dalam pengamatan GPS *receiver* akan selalu menerima satelit yang mengorbit, namun ada batasan pada setiap alat untuk menerima satelit-satelit yang mengorbit disekitar *receiver*.

2.4 CORS

CORS (*Continuously Operating Reference Station*) adalah suatu teknologi berbasis GNSS yang berwujud sebagai suatu jaring kerangka geodetik yang pada setiap titiknya dilengkapi dengan *receiver* yang mampu menangkap sinyal dari satelit-satelit GNSS yang beroperasi secara penuh dan kontinyu selama 24 jam perhari, 7 hari per minggu dengan mengumpulkan, merekam, mengirim data, dan memungkinkan para pengguna (*users*) memanfaatkan data dalam penentuan posisi, baik secara *post processing* maupun secara *real time* (Badan Pertanahan Nasional 2011).

Stasiun referensi-stasiun referensi *CORS* dibangun secara permanen pada lokasi yang stabil di beberapa kantor-kantor pertanahan yang ada di Indonesia dengan jarak antar stasiun referensi sekitar $\pm 30 - 70$ km. Stasiun referensi tersebut digunakan oleh pengguna (*user*) atau *rover* sebagai referensi dalam penentuan posisi atau koordinat suatu titik atau kumpulan titik pada suatu

cakupan atau area secara *real time* menggunakan *receiver* GNSS geodetik. GNSS yang digunakan tersebut juga harus memiliki teknologi komunikasi, dapat menggunakan teknologi radio/ GSM/ GPRS/ CDMA, sehingga dapat berhubungan dengan stasiun referensi atau pusat kontrol *CORS* untuk mengirimkan dan atau menerima koreksi data koordinat posisi.

Dengan adanya stasiun referensi-stasiun referensi yang bekerja di bawah kendali server *CORS*, maka dapat diperoleh koordinat atau posisi suatu titik dengan ketelitian yang sangat tinggi (akurasi 1-5cm). Posisi yang dihasilkan dari pengukuran dengan *CORS* memiliki akurasi yang dapat mencapai level cm, selama persyaratan teknis pengukuran dipenuhi. Untuk menghasilkan data pengukuran yang akurat, pengukuran yang dilakukan harus memenuhi syarat-syarat, yaitu lokasi pengukuran harus memiliki ruang pandang yang terbuka ke langit agar sinyal satelit GNSS yang mencapai *receiver* dapat diterima secara baik atau tidak ada obstruksi serta lokasi pengukuran harus jauh dari obyek atau benda.

2.5 STONEX

Stonex S800 sebuah *receiver* GNSS yang mendukung kemampuan pengambilan data posisi dengan akurasi yang tinggi. Stonex S800 ini dilengkapi dengan 555 channel GNSS dan mendukung kemampuan pengambilan data secara multi konstelasi satelit (GPS, GLONASS, Beidou, dan Galileo). Berikut merupakan spesifikasi S800 yang disajikan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 2.1 Spesifikasi Stonex S800

Signal tracked	GPS: L1 C/A, L1C, L2C, L2P, L5 GLONASS: L1 C/A, L2C, L2P, L3, L5 BEIDOU: B1, B2, B3 GALILEO: E1, E5 AltBOC, E5a, E5b, E6 QZSS: L1 C/A, L1C, L2C, L5, L6 SBAS: L1, L5, IRNSS: L5	
Size (W*H*D)	146 mm x 146 mm x 76 mm	
Weight	1.2 Kg	
Accuracy	SPP Accuracy	Horizontal <0.5 m
Accuracy	SPP Accuracy	Vertical <1.0 m
	Static Differential Accuracy	Horizontal 2.5 mm + 1 ppm Vertical 5.0 mm + 1 ppm
Data Rates	Measurements & Position	1Hz, 2Hz, 5Hz,
Port types	Connectors I/O 7-pins Lemo and 5-pins Lemo interfaces. Multifunction cable with USB interface for PC connection	
Power consumption	3,5 W	
Internal memory	8 GB	
Price	±200.000.000 IDR	

2.6 OEM Board

OEM Board GNSS ComNav digunakan untuk berbagai aplikasi penentuan posisi dan navigasi yang tepat. Ia menawarkan akurasi level sentimeter berdasarkan pada solusi *RTK / OTF (Real-Time Kinematic / On - the - Fly)* dan akurasi decimeter berdasarkan solusi fase kode L1 C / A (Kasar / Akuisisi). Inisialisasi otomatis dan pergantian di antara mode pemosisian memungkinkan solusi posisi terbaik. Latensi rendah dan kecepatan pembaruan tinggi memberikan waktu respons dan akurasi yang diperlukan untuk aplikasi dinamis yang tepat (ComNav 2016).

Tabel 2.2 Spesifikasi Comnav K706 *Oem Board*

Signal tracked	GPS: L1 C/A, L2C, L2P, L5 (14 GPS satellite tracked at the same time) BeiDou: B1, B2, B3 (14 BDS satellite tracked at the same time) GLONASS: L1 C/A, L1P, L2 C/A, L2P (14 GLONASS satellites tracked at the same time) SBAS: WASS, EGNOS, MSAS, GAGAN (4 SBAS satellites tracked at the same time)	
Size (W*H*D)	100 mm x 60 mm x 9 mm	
Weight	45 g	
Accuracy	Time Accuracy	20ns
	SPP Accuracy	single-frequency: H≤3m, V≤5m (1σ, PDOP≤4) dual-frequency: H≤1.5m, V≤3m (1σ, PDOP≤4)
	Static Differential Accuracy	H: $\pm(2.5+1\times 10^{-6}\times D)$ mm V: $\pm(5 + 1\times 10^{-6}\times D)$ mm

Tabel 2.3 Spesifikasi Comnav K706 *Oem Board* (lanjutan)

Data Rates	Measurements & Position	1Hz, 2Hz, 5Hz, 10Hz, 20Hz, 50Hz, 100Hz (Max)
Port types	4xRS232	
	1 USB	
	1 LAN Port	
Power consumption	1,70 W	
Internal memory	8 GB	
Price	±10.000.000 IDR	

Dirancang untuk operasi yang andal di semua lingkungan, *OEM Board* ComNav menyediakan antarmuka pemosisian ke PC, perangkat pemrosesan eksternal, atau sistem kontrol. Papan dapat dikontrol melalui port serial atau SPI atau IIC atau USB atau CAN bus menggunakan antarmuka pengguna. Antarmuka pengguna memungkinkan Anda membuat skrip operasi papan ComNav dengan satu perintah. Atau, Anda dapat menggunakan Utilitas ComNav, seperti *Compass Receiver Utility* (CRU), untuk menangani konfigurasi papan dan pengontrolan (ComNav 2016).

2.7 Tersus

Tersus adalah penyedia Sistem Navigasi Satelit Global (GNSS), bertujuan untuk membuat pemosisian presisi sentimeter terjangkau untuk penyebaran skala besar. Didirikan pada tahun 2014, telah menjadi pelopor dalam desain dan pengembangan produk GNSS *RTK* untuk lebih memenuhi kebutuhan industri. Penggunaan meliputi GNSS *RTK* & papan PPK OEM, David GNSS *Receiver*, *Oscar GNSS Receiver*, *MatrixRTK* (GNSS *CORS Systems*) dan sistem navigasi inersia. Dirancang untuk kemudahan penggunaan, mendukung *multi*-GNSS dan menyediakan antarmuka yang fleksibel untuk berbagai aplikasi, seperti UAV, survei, pemetaan, pertanian presisi, navigasi tingkat jalur, teknik konstruksi, dan pemantauan deformasi.

Tabel 2.4 Spesifikasi Tersus BX316

Signal tracked	GPS L1/L2, GLONASS L1/L2, BeiDou B1/B2	
Size (W*H*D)	108mm x 54mm x 12mm	
Weight	50g	
Accuracy	Time Accuracy	20ns
	SPP Accuracy	– Horizontal: 1.5m – Vertical: 3.0m
	Static Differential Accuracy	– Horizontal: 10mm+1ppm – Vertical: 15mm+1ppm
Data Rates	Measurements & Position	1Hz, 2Hz, 5Hz, 10Hz, 20Hz,
Port types	Serial Ports: LVTTL x2 or RS232 x2 USB Ports: USB 2.0 device x1 CAN Ports: LVTTL or ISO/DIS 11898 x1* PPS Ports: LVTTL x1 Event Mark: LVTTL x1	
Power consumption	3,5 W	
Internal memory	4 GB	
Price	±40.000.000 IDR	

2.8 Antenna

Antena geodetik AT330 adalah antena GNSS kinerja superior yang dapat melacak GPS L1, L2, L5, GLONASS L1, L2 dan BeiDou B1, B2, B3. Antena Geodetik AT330 mempunyai keuntungan tinggi dan sinar lebar memberikan kinerja pelacakan sinyal yang baik bahkan ketika satelit pada sudut ketinggian rendah. Kelebihan yang dimiliki ialah sebagai berikut, (1) desain multi-feed menyediakan pusat fase stabil dan kemampuan

penolakan multi-path, (2) Performa pelacakan sinyal bagus ketika satelit pada sudut elevasi rendah, (3) desain tahan air dan debu memastikan seal absolut bagian-bagian kernel, (4) rangkaian tahan petir di dalam melindungi LNA dari kekebalan lonjakan (ComNav 2016). Salah satu kelemahan pada antenna geodetic AT330 ini adalah pada koreksi jam satelit, dibandingkan dengan alat lain yang lebih bagus, senisal produk dari Leica dan Topcon. Memiliki *Phase Center Accuracy* sebesar ± 2 mm.



Gambar 2.7 Antena Geodetik AT330
(ComNav Technology)

2.9 RINEX

Rinex (Receiver Independent Exchange) adalah format pertukaran data untuk raw data satelit (Kasfari dkk, 2017). Beberapa karakteristik dari format *Rinex* adalah (Abidin, 2000):

- 1). Format ASCII dengan panjang maksimum setiap record 80 karakter.
- 2). Data fase diberikan dalam unit panjang gelombang dan data pseudorange dalam unit meter.
- 3). Nilai kalibrasi seperti jenis antenna dan sensor sudah terlingkup dalam format ini.
- 4). Waktu pengamatan yang tercatat dalam rinex merupakan jam receiver.
- 5). Data pengamatan dan data pesan navigasi disimpan dalam dua berkas yang berbeda

2.10 RTKLib

RTKLib merupakan *open source* program untuk penentuan posisi pengamatan GNSS yang presisi. RTKLib dibuat oleh Mr. Tomoji Takasu yang berasal dari Tokyo *University of Marine Science and Technology*. RTKLib berisikan beberapa program hitungan dan aplikasi program untuk menjalankan program

hitungan tersebut (Žaklina 2018). RTKLib memiliki beberapa fitur yaitu:

- a. Mendukung pengamatan GNSS: GPS, GLONASS, Galileo, QZSS, BeiDou, dan SBAS.
- b. Mendukung beberapa metode penentuan posisi GNSS baik berupa *real time* maupun *post processing*: *Single*, *DGPS/DGNSS*, *Kinematic*, *Static*, *Moving-baseline*, *Fixed*, *PPP-Kinematic*, *PPP-Static*, dan *PPP-Fixed*.
- c. Mendukung beberapa format standar dalam GNSS: RINEX 2.10, 2.11, 2.12 OBS/NAV/GNAV/HNAV/LNAV/QNAV, RINEX 3.00, 3.01, 3.02 OBS/NAV, RINEX 3.02 CLK, RTCM ver.2.3, RTCM ver.3.1, ver.3.2, BINEX, NTRIP 1.0, RTCA/DO-229C, NMEA 0183, SP3-c, ANTEX 1.4, IONEX 1.0, NGS PCV dan EMS 2.0.
- d. Mendukung beberapa *receiver* dengan data khusus: NovAtel: OEM4/V/6, OEM3, OEMStar, Superstar II, Hemisphere: Eclipse, Crescent, u-blox: LEA-4T/5T/6T, 87 SkyTraq: S1315F, JAVAD: GRIL/GREIS, Furuno: GW-10 II/III dan NVS NV08C BINR. e. Mendukung koneksi eksternal: Serial, TCP/IP, NTRIP, Local *log* file (merekam dan memutar ulang), dan FTP/HTTP (download otomatis).

Penggunaan *software* RTKLib dipilih karena beberapa factor seperti:

- a. memberikan hasil pengolahan data yang sama.
- b. *software open source* yang biasa digunakan untuk pengoperasian GNSS *low-cost*.
- c. memiliki berbagai macam fitur yang dapat digunakan untuk mendapatkan hasil data yang maksimal.

2.11 Kepresisian dan Keakurasian

Terdapat beberapa istilah yang digunakan untuk menggambarkan keandalan pengukuran, yaitu kepresisian (*precision*), keakurasian (*accuracy*) dan ketidakpastian (*uncertainty*) (Mikhail and Gracie 1981).

1). Kepresisian didefinisikan sebagai tingkat kedekatan hasil pengukuran yang berulang terhadap obyek yang sama. Jika hasil pengukuran yang berulang itu berdekatan maka disebut memiliki ketelitian yang tinggi, jika hasil itu terpaut jauh, maka disebut memiliki ketelitian yang rendah. Tingkat ketelitian yang tinggi umumnya mencerminkan tingkat kehati-hatian dan penanganan yang tinggi dalam penggunaan alat dan prosedur yang digunakan dalam pengukuran. Ketelitian diindikasikan dengan penyebaran dari distribusi kemungkinan. Semakin kecil distribusinya maka ketelitiannya juga semakin tinggi, demikian juga sebaliknya. Ukuran yang biasanya adalah standar deviasi. Semakin tinggi ketelitian maka semakin kecil nilai standar deviasinya, demikian juga sebaliknya.

2). Keakurasian adalah tingkat kedekatan dari suatu hasil pengukuran terhadap nilai yang benar. Ketepatan tidak hanya merupakan akibat dari kesalahan acak, tetapi juga bias yang ada karena kesalahan sistematik yang tidak terkoreksi. Jika yang terjadi bias, maka standar deviasi juga dapat digunakan sebagai ukuran ketepatan.

3). standar deviasi adalah suatu jangkauan yang berisi kesalahan pengukuran. Satu tingkat dari kemungkinan umumnya dikaitkan dengan ketidakpastian. Secara umum, jika ketidakpastian dari suatu pengukuran diketahui, maka ketidakpastian itu akan menyertai nilai pengukuran. Nilai presisi dapat ditunjukkan dengan nilai standar deviasi pengukuran. Cara menghitung simpangan baku adalah:

Nilai presisi dapat ditunjukkan dengan nilai standar deviasi pengukuran. Cara menghitung simpangan baku adalah:

$$\sigma = \sqrt{(\sum(xi - x)^2)/n} \quad (2.1)$$

Keterangan :

σ = simpangan baku

xi = nilai ukuran ke- i

x = nilai rerata hasil ukuran

n = jumlah ukuran

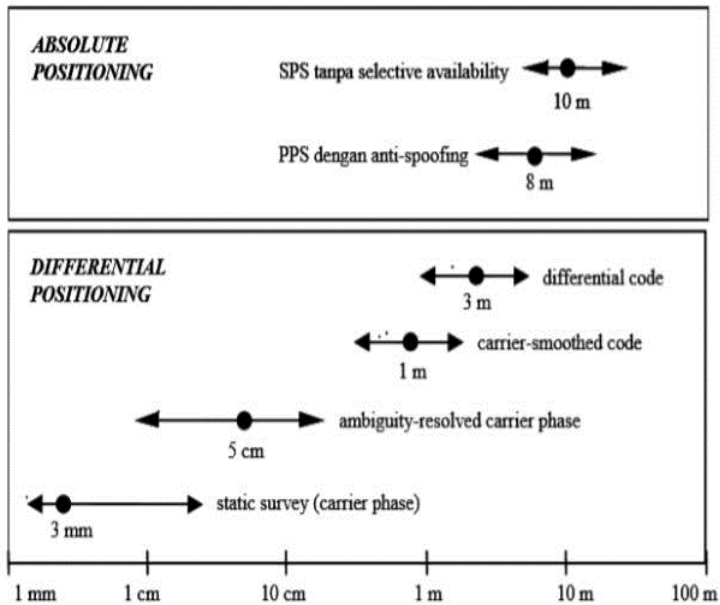
2.12 Ketelitian Posisi

Ketelitian posisi yang didapat dari suatu survei GPS secara umum akan tergantung pada empat faktor yaitu: ketelitian data yang digunakan, geometri pengamatan, strategi pengamatan yang digunakan, dan strategi pengolahan data yang diterapkan (lihat Gambar 2.8)



Gambar 2.8 Faktor-Faktor Ketelitian Survei GPS
(SNI JKH 2002)

Tergantung pada bagaimana cara memper-hitungkan dan memperlakukan faktor-faktor tersebut, maka kita akan memperoleh tingkat ketelitian yang berbeda-beda. Dalam hal ini adalah wajar jika GPS secara umum serta survei GPS secara khusus dapat memberikan ketelitian posisi titik yang cukup bervariasi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.9 (SNI JKH 2002).



Gambar 2.9 Spektrum Ketelitian Posisi Survei GPS (SNI JKH 2002)

2.13 Uji Statistik

Tujuan dari uji ini adalah untuk menentukan penyimpangan koordinat GPS yang diukur (lintang, bujur, dan ketinggian) dari koordinat titik tetap. Titik ditentukan di bidang terbuka untuk tes ini. Dalam suatu kasus digunakan tiang 2 m dengan dudukan untuk *reciever* GPS di bagian atas didirikan ke titik dan *reciever* GPS dipasang pada dudukan di atas tiang. Tes dilakukan 4 kali pada 4 tanggal yang berbeda. Data dikumpulkan dari pagi hingga sore selama sekitar 12 jam di setiap hari tes (Muharrem, K. dkk 2008)

Hipotesis merupakan jawaban sementara yang hendak diuji kebenarannya. Tidak semua penelitian memerlukan hipotesis, penelitian yang bersifat eksploratif dan deskriptif tidak memerlukan hipotesis. Pengujian hipotesis dengan distribusi t adalah pengujian hipotesis yang menggunakan distribusi t sebagai

uji statistik. Tabel pengujiannya disebut tabel t-student. Distribusi t pertama kali diterbitkan pada tahun 1908 dalam satu makalah oleh W.S Gosset. Uji statistik ini kemudian dibandingkan dengan nilai yang ada pada tabel untuk kemudian menerima atau menolak hipotesis nol (H_0) yang dikemukakan (Sugiyono 2006). Uji t ini dilakukan untuk membandingkan antara koordinat yang sudah dianggap benar dengan koordinat yang diukur. Pengujian sampel dalam distribusi t dibedakan menjadi 2 jenis hipotesa, yaitu:

1. Satu Rata – Rata

$$t_0 = \frac{x - \mu}{s/\sqrt{n}} \quad (2.2)$$

Rumus diatas adalah untuk menghitung nilai t dengan t_0 adalah nilai t yang dihitung, x adalah rata-rata sampel, μ adalah rata-rata populasi, s adalah standar deviasi dan n adalah jumlah sampel. Penyusunan hipotesanya adalah:

$$\text{i. } H_0: \mu_1 = \mu_2 \quad H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \quad (2.3)$$

$$\text{ii. } H_0: \mu_1 \leq \mu_2 \quad H_1: \mu_1 > \mu_2 \quad (2.4)$$

$$\text{iii. } H_0: \mu_1 \geq \mu_2 \quad H_1: \mu_1 < \mu_2 \quad (2.5)$$

Apabila data yang diambil dari hasil eksperimen, maka langkah yang harus dilakukan sebelum mencari t hitung adalah:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (2.6)$$

a. Menentukan rata-ratanya terlebih dahulu:

Rumus di atas adalah untuk mencari nilai rata-rata dari suatu sampel. Dengan \bar{x} adalah nilai rata-rata sampel, x adalah sampel dan n adalah jumlah sampel.

b. Menentukan standar deviasi:

$$S^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad (2.7)$$

Jadi

$$S = \sqrt{S^2} \quad (2.8)$$

Rumus di atas adalah untuk mencari nilai standar deviasi dari suatu sampel. Dengan S^2 adalah simpangan baku suatu sampel,

x adalah sampel, n adalah jumlah sampel dan S adalah standar deviasi.

2. Dua Rata – Rata

$$t_0 = \frac{(X_1 - X_2) - d_0}{\sqrt{\left(S_1^2/n_1\right) + \left(S_2^2/n_2\right)}} \quad (2.9)$$

Rumus di atas adalah untuk mencari nilai rata-rata dua kelompok sampel dengan syarat $S_1 \neq S_2$. X adalah sampel (pertama dan kedua), d_0 adalah selisih μ_1 dengan μ_2 ($\mu_1 - \mu_2$). S adalah standar deviasi dan n adalah jumlah sampel. Penyusunan hipotesanya adalah:

$$\text{i.} \quad H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0 \quad H: \mu_1 - \mu_2 \neq 0 \quad (2.10)$$

$$\text{ii.} \quad H_0: \mu_1 - \mu_2 \leq 0 \quad H: \mu_1 - \mu_2 > 0 \quad (2.11)$$

$$\text{iii.} \quad H_0: \mu_1 - \mu_2 \geq 0 \quad H: \mu_1 - \mu_2 < 0 \quad (2.12)$$

2.14 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian lain yang berjudul “Analisis Perbandingan Ketelitian Pada *GPS* Geodetik Topcon Hiperpro dan GNSS K706 *Oem Board* (Studi Kasus: Surabaya)” ditulis oleh Fatikunada, dilakukan pengujian terhadap GNSS *low-cost* K706 *Oem Board*. GNSS K706 *Oem Board* yang sudah dibandingkan dengan *GPS* Geodetik Topcon HiperPro sebagai acuan. Penelitian ini berfokus pada pengujian akurasi, presisi dan uji hipotesis menggunakan uji-F dan uji-T untuk menentukan tingkat kelayakan GNSS *low-cost* K706 *Oem Board* pada pengukuran geodesi. Penelitian ini menghasilkan nilai RMS dan Standard Deviasi yang mencapai sub “cm” pada metode Statik dan Kinematik. Pada metode RTK hasil RMS dan Standard Deviasi mencapai sub “m”. (Fatikunada 2019)

Selain itu, Kemudian penelitian *GPS low cost* dengan merk U-Blox M8T dengan pembanding Topcon Hiper pro dan Hi-Target V60 oleh Januar (2019). Dengan menggunakan metode Statik dan RTK titik ikat *CORS* CSBY dan PSBY. Hasilnya U-Blox M8T belum mampu menyaingi Topcon Hiper pro dan juga Hi-target V60 karena berdasarkan uji statistik hasil dari U-Blox M8T lebih

banyak tertolak dibandingkan Topcon Hiper pro dan juga Hi-target V60. (Januar 2019)

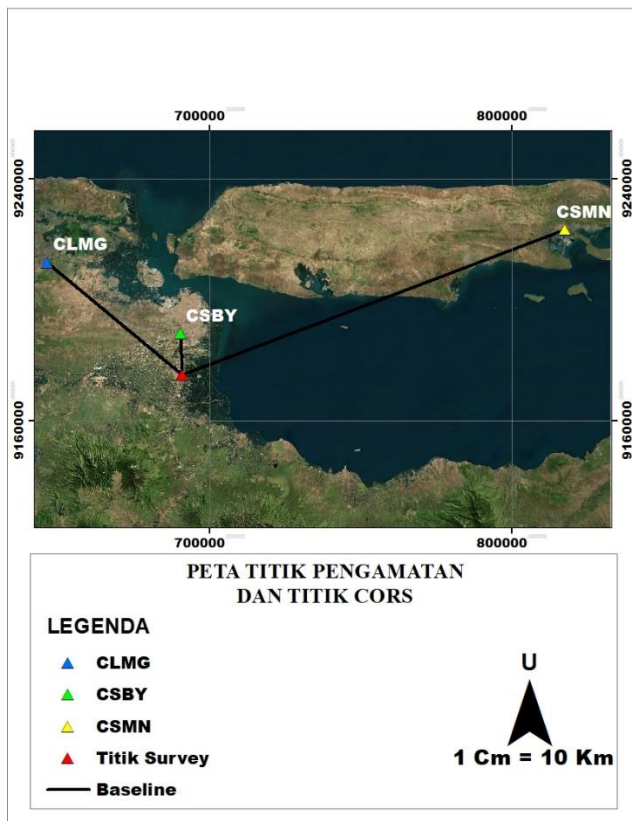
Adapula penelitian terkait, yang membandingkan dari beberapa sistem satelit navigasi global (GNSS), saat ini. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kinerja frekuensi tunggal L1-GPS menggunakan penerima berbiaya rendah. Kinerja dievaluasi dengan membandingkan dengan penerima GPS L1 + L2 geodetik dengan kinerja pemosisian. *Receiver* berbiaya rendah yang digunakan adalah Ublox NEO-M8T dan Allystar HD9100. Sementara, frekuensi ganda GPS TOPCON digunakan sebagai *receiver* referensi. Hasilnya menunjukkan, mode RTK dapat meningkatkan akurasi dibandingkan dengan pemosisian tunggal hingga sentimeter. Dalam percobaan ini, Allystar HD9100 memberikan hasil yang lebih baik daripada Ublox Neo M8T. Namun, perbedaan hasil mungkin disebabkan oleh pembagi antena sederhana. (Yuwono dkk 2019).

Dalam penelitian ini ada perbedaan dari penelitian terhadulu. Pada penelitian terdahulu menggunakan spesifikasi alat yang hanya memiliki frekuensi tunggal dan satelit yang digunakan untuk penelitian terdahulu hanya menggunakan satelit GPS, namun pada penelitian saat ini menggunakan spesifikasi alat frekuensi ganda dan satelit yang digunakan adalah satelit GPS, Beidou, dan GLONASS.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian tugas akhir ini adalah di perumahan Bumi Citra Fajar Sidoarjo, dengan diikatkan ke 3 *CORS* berbeda yaitu *CORS* Lamongan, Sumenep, dan Surabaya. Pemilihan titik survey dan *CORS* yang berbeda ini bertujuan untuk mengetahui hasil data yang diperoleh dengan jarak pengikatan (*baseline*) yang berbeda-beda.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Berada di Titik Survey

3.2 Data dan Peralatan

Data dan peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut:

3.5.1 Data

Data yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Data CORS
2. Raw data pengukuran GNSS Geodetik
3. Raw data pengukuran GNSS *low cost*

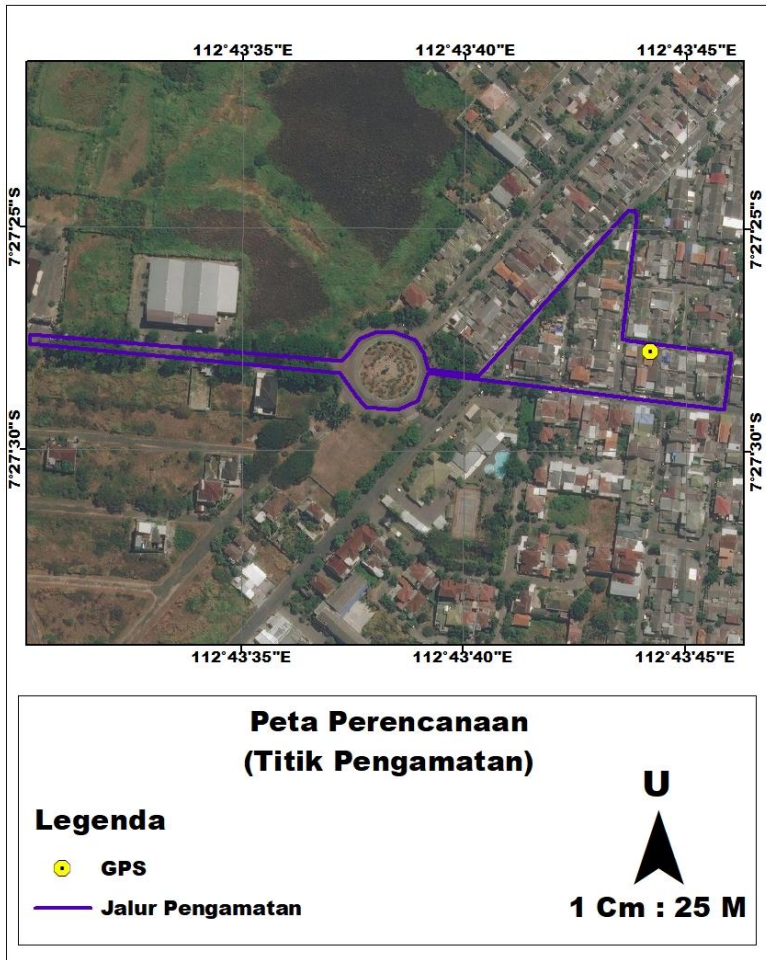
3.5.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. GNSS Geodetik Stonex S800
2. GNSS K706 OEM BOARD
3. GNSS Tersus BX316
4. Statif
5. Laptop Asus X555U Intel Core i5-6200
6. Software RTKLib
7. Splitter GNSS

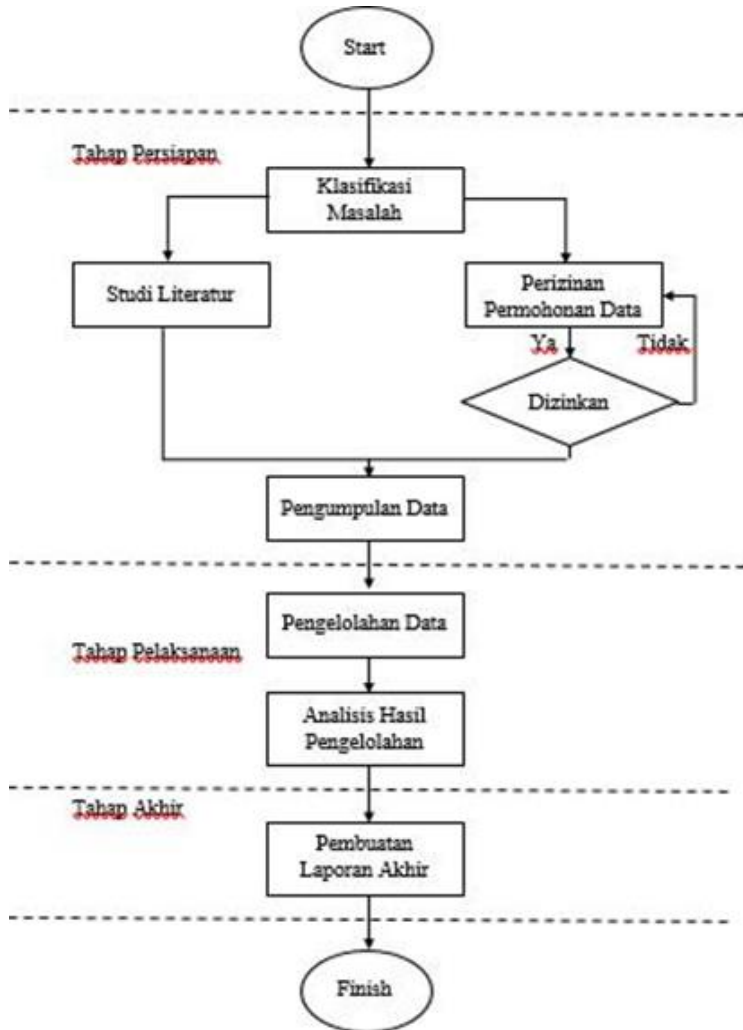
3.3 Sketsa Pengukuran

Dalam gambar ini menggambarkan rencana pengamatan titik yang akan dilakukan:



Gambar 3.2 Peta Rencana Untuk Pengamatan GNSS

3.4 Metodologi Penelitian



Gambar 3.3 Diagram Alir Metodologi Penelitian

Penjelasan dari tahapan penelitian yang disajikan pada diagram 3.3 adalah sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini antara lain adalah:

a. Identifikasi Masalah

Kegiatan ini dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan, dalam penelitian ini berfokus pada perbedaan antara GNSS TERSUS BX316 dan GNSS K706 OEM BOARD dengan GNSS geodetik Stonex S800 sebagai acuan.

b. Studi Literatur

Kegiatan ini dilakukan untuk memperoleh referensi yang berhubungan dengan kegiatan penelitian GNSS, metode pengumpulan data, pengolahan data, dan juga mempelajari dari penelitian terdahulu.

c. Perizinan

Kegiatan ini dilakukan untuk memperoleh izin untuk melakukan kegiatan di Kawasan perumahan agar dalam prosesnya berjalan sesuai prosedur dan legal.

2. Tahap Pengolahan

a. Pengumpulan Data

Kegiatan ini dilakukan untuk mengumpulkan *raw* data dengan cara melakukan pengukuran GNSS geodetik Stonex S800, GNSS TERSUS BX316 dan GNSS K706 OEM BOARD di lokasi penelitian.

b. Pengolahan Data

Kegiatan ini dilakukan untuk mengelolah data yang sudah didapatkan dari hasil pengukuran menggunakan GNSS geodetic Stonex S800, GNSS TERSUS BX316 dan GNSS K706 OEM BOARD. Data ini dioalah dengan menggunakan perangkat lunak yang RTKLib.

c. Analisis Data

Kegiatan ini dilakukan setelah data selesai diolah, data dianalisis dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan hasil dari pengukuran menggunakan GNSS TERSUS BX316 dan

GNSS K706 OEM BOARD dengan acuan GNSS Geodetik Stonex S800.

3. Tahap Akhir
 - a. Penyusunan Laporan

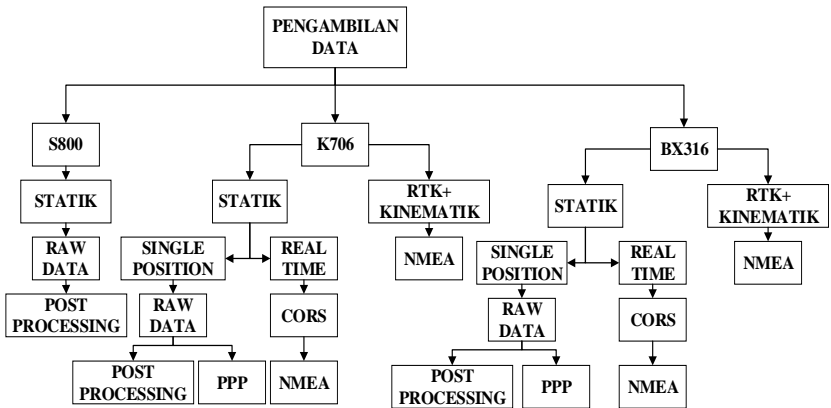
Kegiatan ini dilakukan untuk menyusun laporan semua kegiatan yang telah dilakukan selama proses penelitian tugas akhir. Kegiatan ini merupakan kegiatan akhir dari penelitian yang dilakukan.

3.5 Tahapan Pengolahan data

Berikut adalah alur tahapan pengambilan data beserta pengolahan yang disajikan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut:

3.5.1 Pengambilan Data

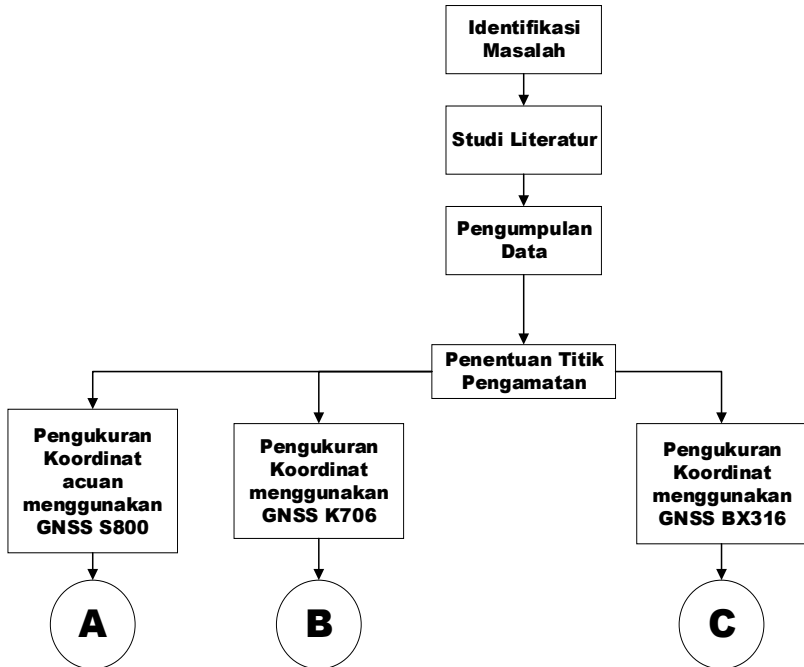
Pada saat melakukan akuisisi data, data yang diperoleh adalah sebagai berikut:



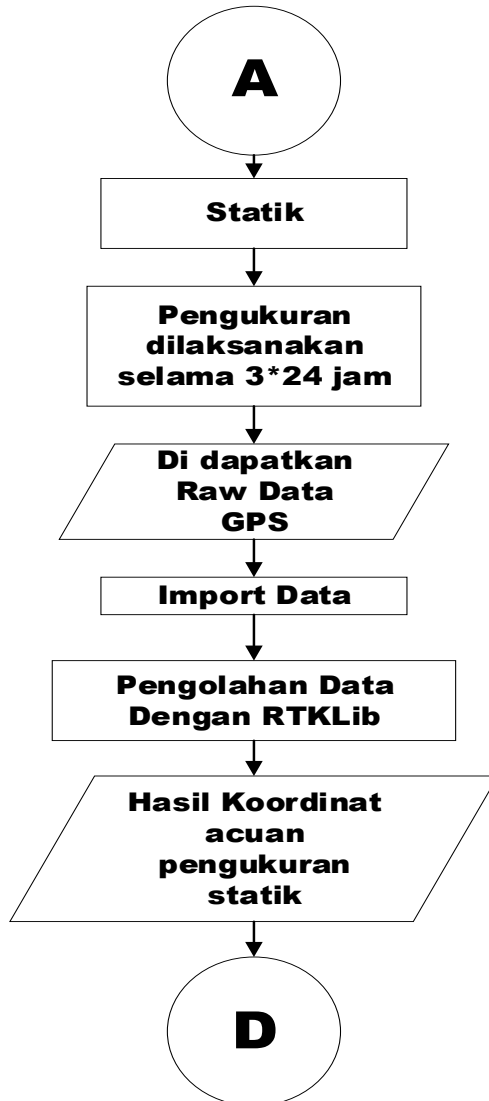
Gambar 3.4 Diagram Pengambilan Data

3.5.2 Diagram Alir Pengolahan Data GNSS

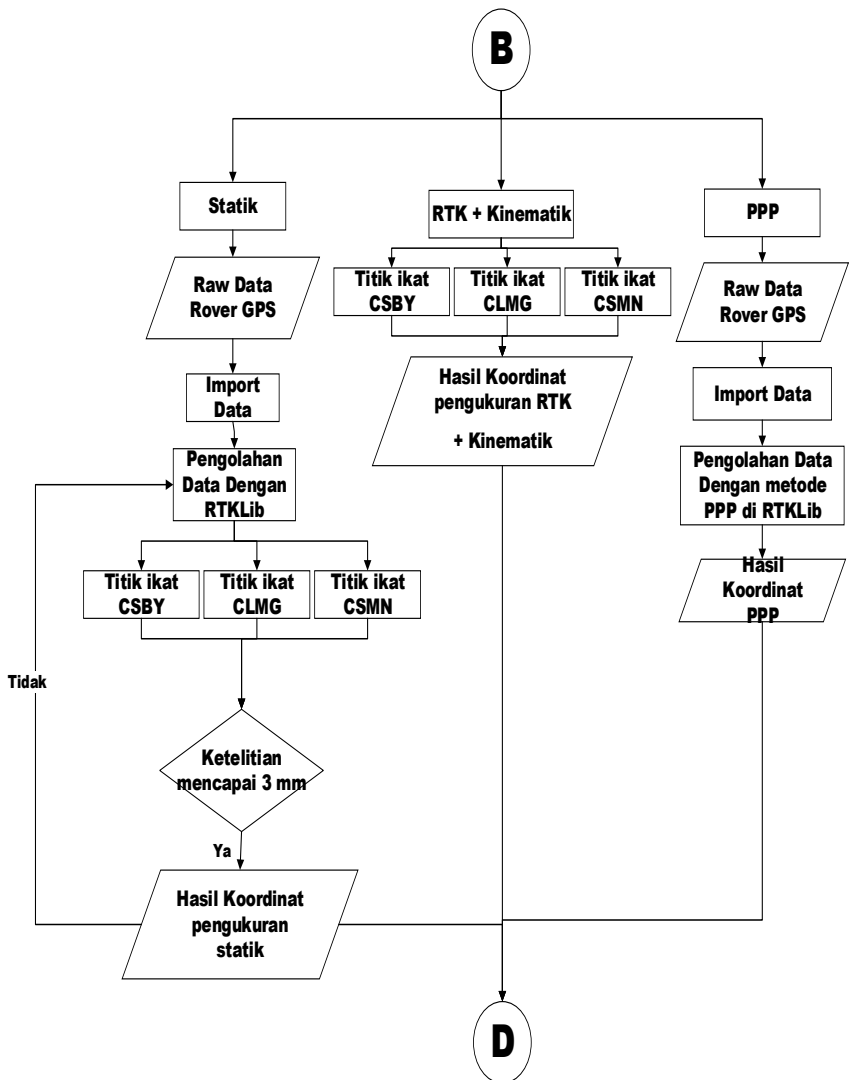
Tahapan pengolahan data GNSS digambarkan sebagai diagram alir sebagai berikut: Penjelasan dari diagram tahapan pengolahan data GNSS K706 OEM BOARD dan Tersus BX316 sebagai berikut:



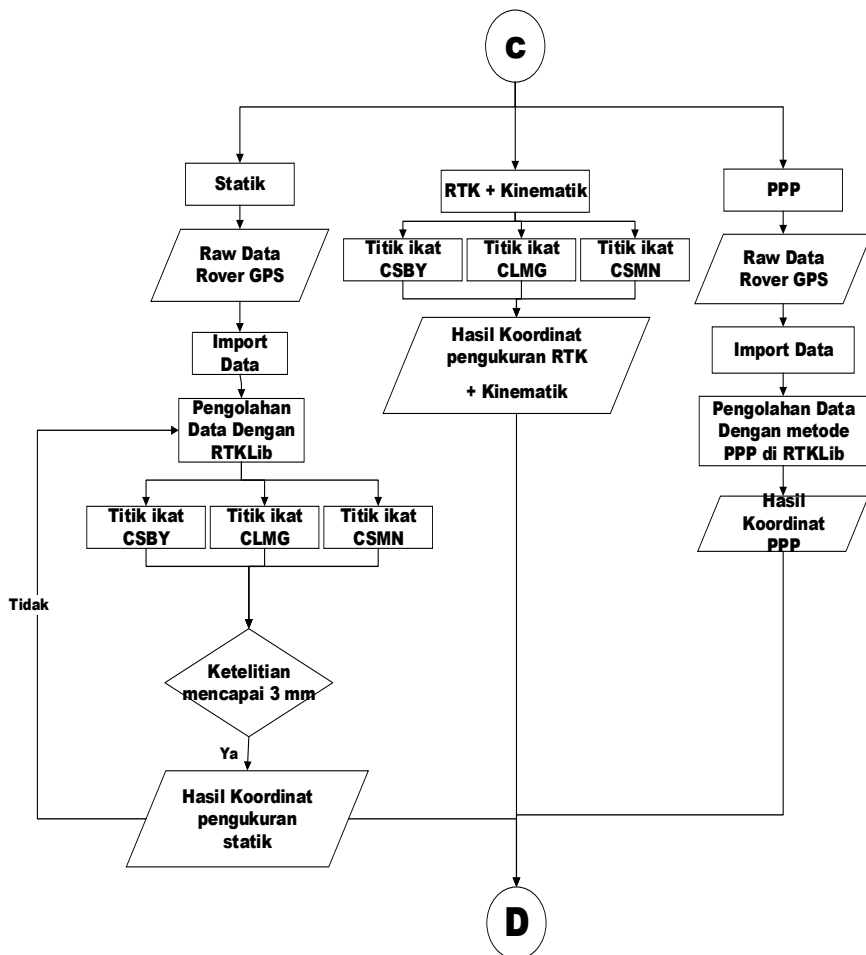
Gambar 3.5 Diagram Alir Tugas Akhir



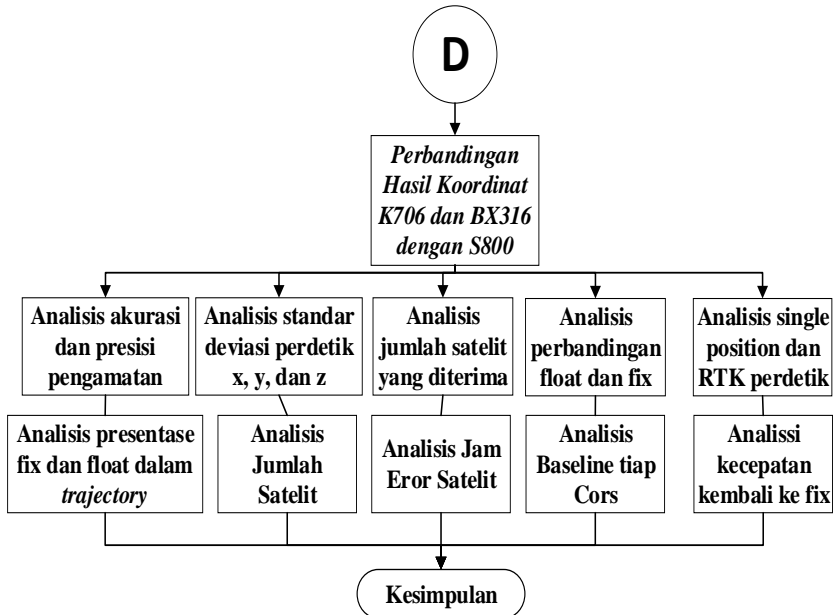
Gambar 3.6 Diagram Alir Tugas Akhir (lanjutan)



Gambar 3.7 Diagram Alir Tugas Akhir (lanjutan-2)



Gambar 3.8 Diagram Alir Tugas Akhir (lanjutan-3)



Gambar 3.9 Diagram Alir Tugas Akhir (lanjutan-4)

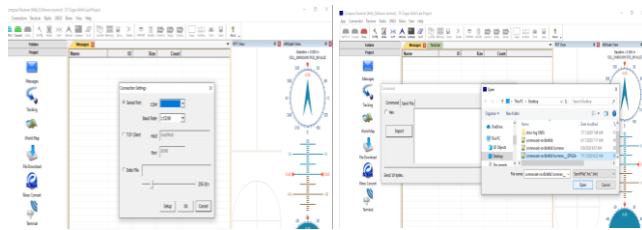
1. Menentukan titik yang akan digunakan sebagai titik pengamatan.
2. Melakukan pengamatan dengan menggunakan GNSS Geodetik Stonex S800 sebagai titik acuan dengan mengikatkan titik acuan ke *CORS* CSBY.
3. Dilakukan pengamatan selama 3 x 24 jam, didapatkan raw data.
4. Data yang didapatkan lalu diolah dengan menggunakan RTKLib.
5. Didapatkan koordinat acuan.
6. Setelah didapat koordinat acuan.
7. Dilakukan pengamatan menggunakan GNSS K706 dan GNSS TERSUS BX316 pada titik yang sama dengan menggunakan beberapa *CORS* yang berbeda.

8. Data yang digunakan adalah *raw* data dan data NMEA dari pengukuran GNSS TERSUS BX316 dan GNSS K706 *OEM BOARD*.
9. Data kemudian diolah dengan software RTKLib
10. Maka akan didapatkan koordinat acuan.
11. Jika belum mencapai ketelitian milimeter pada pengamatan statik maka harus diulang, jika sudah dilanjutkan proses selanjutnya.
12. Lalu dilakukan pengolahan *PPP* melalui RTKLib.
13. Membandingkan hasil perbandingan nilai koordinat dari GNSS TERSUS BX316 dan GNSS K706 *OEM BOARD* dengan GNSS Stonex S800 sebagai acuan dalam pengamatan.
14. Menganalisis hasil ketelitian GNSS TERSUS BX316 dan GNSS K706 *OEM BOARD* dengan menggunakan uji statistik (Uji T).
15. Menganalisis hasil akurasi dan presisi pada GNSS K706 *OEM BOARD* dan GNSS TERSUS BX316.
16. Menganalisis hasil standart deviasi perdetik untuk koordinat x, y, dan z pada GNSS TERSUS BX316 dan GNSS K706 *OEM BOARD*.
17. Menganalisis perbandingan *float* dan *fix* pada pengukuran GNSS TERSUS BX316 dan hasil pengukuran GNSS K706 *OEM BOARD*.
18. Menganalisis presentase *RTK fix* dan *float* pada saat membuat *trajectory* pada GNSS TERSUS BX316 dan GNSS K706 *OEM BOARD*.
19. Menganalisis hasil *single position* dan *RTK* perdetik pada GNSS TERSUS BX316 dan GNSS K706 *OEM BOARD*.
20. Menganalisis jumlah satelit yang dapat diterima pada GNSS TERSUS BX316 dan GNSS K706 *OEM BOARD*.
21. Menganalisis jam eror pada GNSS TERSUS BX316 dan GNSS K706 *OEM BOARD*.

22. Menganalisis ketelitian *baseline* pada tiap-tiap *CORS* yang digunakan.
23. Menganalisis Kecepatan kembali ke *fix* dari GNSS TERSUS BX316 dan GNSS K706 *OEM BOARD*.
24. Selanjutnya dilakukan penarikan kesimpulan dan pemberian saran.

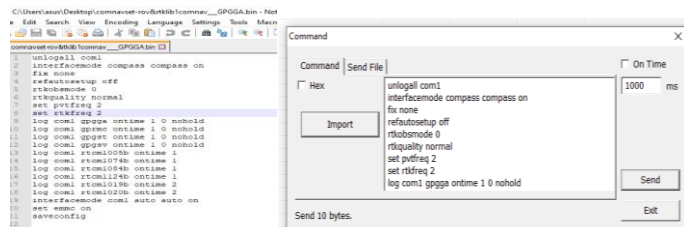
3.5.3 Pengaturan Alat

Pada saat melakukan pengambilan data terdapat pengaturan yang perlu diterapkan pada perangkat lunak bawaan masing-masing alat sebagai berikut:



Gambar 3.10 Interface software dari Comnav K706

Pada proses ini dilakukan pengaturan untuk memasukan pesan *log* yang akan digunakan, pesan *log* yang akan digunakan ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



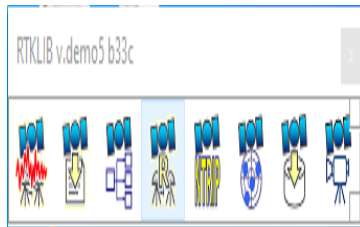
Gambar 3.11 Daftar pesan *log*

Pada proses ini pesan *log* seperti *GGA*, *GSA*, dan lain-lain dimasukan agar alat Comnav K706 dapat digunakan.



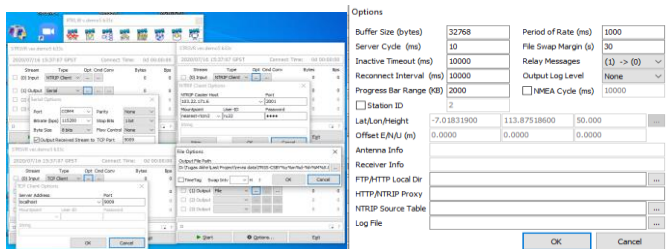
Gambar 3.12 Interface software dari Tersus BX316

Pada proses ini dilakukan pengaturan yang sama seperti Comnav K706 yaitu memasukkan pesan *log* yang akan digunakan agar alat dapat bekerja.



Gambar 3.13 Interface software RTKLib

Setelah selesai semua proses pengaturan pada masing-masing *software* GNSS, kemudian dilakukan proses pengambilan data menggunakan RTKLib. Pada proses ini memilih aplikasi STRSVR pada RTKLib yang ditunjukkan dengan ikon berlogo R, tampilan aplikasi STRSVR ditunjukkan pada gambar dibawah ini.

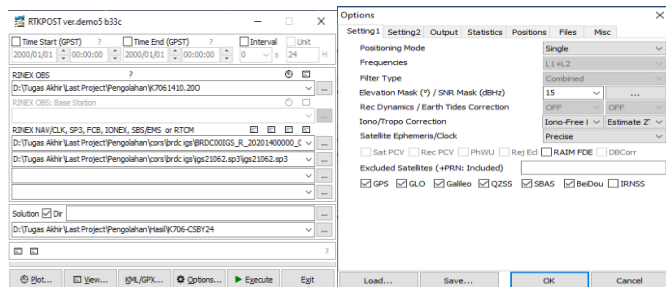


Gambar 3.14 Pengaturan untuk pengambilan data GNSS

Pada proses ini dilakukan pengaturan seperti, memasukan IP *address* dari NTRIP-Server yang akan digunakan, memasukan *port*, *userid*, *password* dan memasukan koordinat titik *CORS* yang akan digunakan.

3.5.4 Pengolahan Metode *Post Processing*

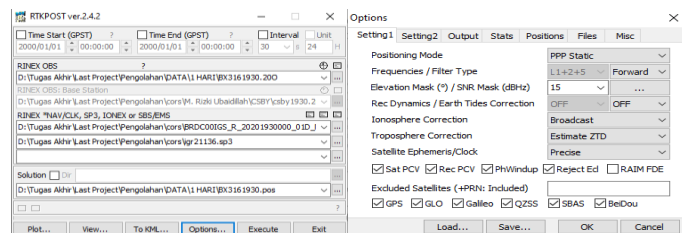
Pengolahan dilakukan dengan menggunakan software RTKLib. Data yang digunakan adalah data *observasi* dari titik survey dan *CORS*, data *navigasi*, data *broadcast ephemeris*, dan data *precise ephemeris*. Setting yang digunakan dalam pengolahan data dapat dilihat dalam gambar berikut.



Gambar 3.15 Proses *Post Processing* menggunakan RTKLib

3.5.5 Pengolahan Metode *Precise Point Positioning*

Pengolahan dilakukan dengan menggunakan software RTKLib. Data yang digunakan adalah data *observasi* dari titik survey, data *navigasi*, data *broadcast ephemeris*, dan data *precise ephemeris*.



Gambar 3.16 Proses pengolahan *Precise Point Positioning*

3.6 Analisis Hasil Pengolahan Data

Tahapan ini bertujuan untuk menentukan hasil dari pengolahan data tersebut sesuai dengan beberapa permasalahan yang diangkat sebelumnya salah satunya adalah hasil koordinat data yang dihasilkan dari masing-masing modul.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perolehan Data

Dari proses pengambilan data didapatkan data sebagai berikut:

1	3.02	OBSERVATION DATA					M: Mixed	RINEX VERSION / TYPE	
2	RTKCONV 2.4.2						20200723 143143 UTC	PGM / RUN BY / DATE	
3	log: D:\Tugas Akhir\Last Project\Pengolahan\DATA\3 HARI\Ub							COMMENT	
4	format: RINEX, option: 0.05							COMMENT	
5	S800							MARKER NAME	
6	S800							MARKER NUMBER	
7								MARKER TYPE	
8								OBSERVER / AGENCY	
9	S800		S800					REC # / TYPE / VERS	
10			STXS800					ANT # / TYPE	
11		-2443636.1471	5833427.9358			-822353.4433	APPROX POSITION XYZ		
12		0.0173	0.0000			0.0000	ANTENNA: DELTA H/E/N		
13	G	9	C1C L1C D1C	C2W L2W D2W	C5Q L5Q D5Q		SYS / # / OBS TYPES		
14	R	6	C1C L1C D1C	C2P L2P D2P			SYS / # / OBS TYPES		
15	E	6	C1C L1C D1C	C7Q L7Q D7Q			SYS / # / OBS TYPES		
16	C	3	C7I L7I D7I				SYS / # / OBS TYPES		
17		2020	7	11	0	0	0.0000000	GPS	TIME OF FIRST OBS
18		2020	7	11	23	59	58.0000000	GPS	TIME OF LAST OBS
19	G								SYS / PHASE SHIFT
20	R								SYS / PHASE SHIFT
21	E								SYS / PHASE SHIFT
22	C								SYS / PHASE SHIFT
23	0								GLONASS SLOT / FRQ #
24	C1C	0.000	C1P	0.000	C2C	0.000	C2P	0.000	GLONASS COD/PHS/BIS
25									END OF HEADER
26	>	2020	7	11	0	0	0.0000000	0	32
27	G 1	20155907.598	105920006.7871			-85.519	20155908.034	82535071.915	
28	G 3	22639104.465	118969292.3111			740.205	22639105.888	92703351.562	
29	G 4	21350787.873	112199136.0871			-1494.986	21350783.786	87427888.605	
30	G 7	23288375.017	122381237.6901			3581.485	23288371.794	95361989.503	
31	G 9	21960167.396	115401462.1601			166.728	21960167.698	89923211.485	
32	G11	21479219.361	112874056.2761			-2206.705	21479224.787	87953827.161	
33	G17	23555418.145	123784570.3821			718.188	23555416.008	96455464.639	

Gambar 4.1 Data *Rinex* Stonex S800

Dari gambar tersebut menampilkan hasil data pengamatan dengan format data *rinex* untuk alat Stonex S800. Dari hasil data *rinex* tersebut selanjutnya akan dilakukan pengolahan dengan metode *post processing* dan *precise point positioning*.

1	3.02	OBSERVATION DATA	M: Mixed	RINEX VERSION / TYPE	
2	RTKCONV 2.4.2		20200718 235747 UTC	PGM / RUN BY / DATE	
3	log: D:\Tugas Akhir\Last Project\Pengolahan\DATA\3 HARI\K7			COMMENT	
4	format: RINEX, option: 0.05			COMMENT	
5	K706			MARKER NAME	
6	K706			MARKER NUMBER	
7				MARKER TYPE	
8				OBSERVER / AGENCY	
9	K706	K706		REC # / TYPE / VERS	
10		CNTRAT330		ANT # / TYPE	
11	-2443635.7354	5833430.5212	-822353.8649	APPROX POSITION XYZ	
12	0.0000	0.0000	0.0000	ANTENNA: DELTA H/E/N	
13	G 9	C1C L1C S1C C2W L2W S2W C2X L2X S2X		SYS / # / OBS TYPES	
14	R 6	C1C L1C S1C C2F L2F S2F		SIS / # / OBS TYPES	
15	C 4	C7I L7I S7I C7I L7I S7I		SYS / # / OBS TYPES	
16	2020	7 11 0 0	0.00000000	GPS	
17	2020	7 11 23 59	59.00000000	GPS	
18	G			SYS / PHASE SHIFT	
19	R			SYS / PHASE SHIFT	
20	C			SYS / PHASE SHIFT	
21	0			GLONASS SLOT / FRQ #	
22	C1C	0.000 C1P	0.000 C2C	0.000 C2F	0.000
23				GLONASS COD/PHS/BIS	
24	> 2020	7 11 0 0	0.00000000	0 27	
25	G 1	20155907.601	105920013.040	48.000	20155917.447
26	G 3	22639104.128	118969314.101	45.000	22639113.294
27	G 4	21350786.830	112199141.525	45.000	21350794.424
28	G 7	23288375.256	122381235.425	45.000	23288380.456
29	G 8	24288491.069	127636882.335	38.000	24288502.166
30	G 9	21960167.991	115401463.814	46.000	21960176.175
31	G11	21479224.114	112374082.665	47.000	21479229.099
32	G17	23555418.423	123784564.227	43.000	87953854.810
33	G22	22470589.501	118085849.215	46.000	22470593.485
				92014962.757	36.000

Gambar 4.2 Data *Rinex* Comnav K706

Dari gambar tersebut menampilkan hasil data pengamatan dengan format data *rinex* untuk alat Comnav K706. Dari hasil data *rinex* tersebut selanjutnya akan dilakukan pengolahan dengan metode *post processing* dan *precise point positioning*.

1	3.02	OBSERVATION DATA	M: Mixed	RINEX VERSION / TYPE	
2	RTKCONV 2.4.2		20200718 235113 UTC	PGM / RUN BY / DATE	
3	log: D:\Tugas Akhir\Last Project\Pengolahan\DATA\3 HARI\BX			COMMENT	
4	format: RINEX, option: 0.05			COMMENT	
5	BX316			MARKER NAME	
6	BX316			MARKER NUMBER	
7				MARKER TYPE	
8				OBSERVER / AGENCY	
9	BX316	BX316		REC # / TYPE / VERS	
10		CNTRAT330		ANT # / TYPE	
11	-2443635.6761	5833432.7796	-822352.6000	APPROX POSITION XYZ	
12	0.0000	0.0000	0.0000	ANTENNA: DELTA H/E/N	
13	G 12	C1C L1C D1C S1C C2D L2D D2D S2D C2X L2X D2X S2X		SYS / # / OBS TYPES	
14	C 4	C7I L7I D7I S7I		SYS / # / OBS TYPES	
15	2020	7 11 0 0	0.00000000	GPS	
16	2020	7 11 23 59	59.00000000	GPS	
17	G			SYS / PHASE SHIFT	
18	R			SYS / PHASE SHIFT	
19	0			GLONASS SLOT / FRQ #	
20	C1C	0.000 C1P	0.000 C2C	0.000 C2F	0.000
21				GLONASS COD/PHS/BIS	
22	> 2020	7 11 0 0	0.00000000	0 20	
23	G 1	20155908.645	105920011.715	-85.266	43.000
24	G11	21479225.240	112874087.3441	-2206.824	44.250
25	G 3	22639105.325	118969295.784	740.259	42.000
26	G 4	21350788.114	112199141.210	-1494.461	41.500
27	G22	22470590.617	118085848.9071	213.584	21350782.383
28	G 7	23288376.459	122381232.112	3581.666	43.250
29	G 8	24288492.922	127636881.029	-2699.599	22470981.329
30	G 9	21960169.048	115401462.500	166.692	87427881.5081
31	G17	23555419.868	123784560.922	718.361	43.250
32	C 1	37073267.932	149278687.408	10.210	43.500
33	C 2	36637388.621	147523580.430	-1.915	44.750

Gambar 4.3 Data *Rinex* Comnav BX316


```

1 $GPGSV,2,1,08,01,77,097,48,03,32,166,45,04,52,208,47,07,23,338,44*77
2 $GPGSV,2,2,08,08,16,011,40,09,41,264,47,17,18,246,42,22,34,139,47*73
3 $GLGSV,1,1,00,,,,*65
4 $BDGSV,3,1,11,161,52,077,44,162,56,281,42,163,82,341,46,165,28,273,40*60
5 $BDGSV,3,2,11,167,25,009,41,168,74,122,44,169,60,255,47,170,20,344,39*6B
6 $BDGSV,3,3,11,171,28,235,44,172,59,302,46,173,60,189,47*6A
7 $GNNGA,235303.00,0727.4612551,S,11243.7350640,E,4,18,0,7,7.074,M,29.840,M,2.0,0000*4B
8 $GNRMC,235303.00,A,0727.4612551,S,11243.7350640,E,0.042,0.0,100720,0.0,E,A*14
9 $GNGST,235303.00,1.68,0.00,0.00,-41.7849,0.0018,0.0018,0.0039*62
10 $GPGSV,3,1,09,01,77,097,48,03,32,166,45,04,52,208,48,07,23,338,44*78
11 $GPGSV,3,2,09,08,16,011,41,09,41,264,47,11,51,013,46,17,18,246,43*78
12 $GPGSV,3,3,09,22,34,139,47*4F
13 $GLGSV,1,1,00,,,,*65
14 $BDGSV,3,1,11,161,52,077,44,162,56,281,43,163,82,341,46,165,28,273,40*61
15 $BDGSV,3,2,11,167,25,009,41,168,74,122,45,169,60,255,47,170,20,344,39*6A
16 $BDGSV,3,3,11,171,29,235,44,172,59,302,46,173,60,189,47*6B
17 $GNNGA,235304.00,0727.4612549,S,11243.7350629,E,4,18,0,7,7.078,M,29.840,M,1.0,0000*45
18 $GNRMC,235304.00,A,0727.4612549,S,11243.7350629,E,0.050,0.0,100720,0.0,E,A*16
19 $GNGST,235304.00,1.66,0.00,0.00,-44.0762,0.0018,0.0018,0.0040*61
20 $GPGSV,3,1,09,01,77,097,49,03,32,166,45,04,52,208,47,07,23,338,44*76
21 $GPGSV,3,2,09,08,16,011,39,09,41,264,47,11,51,013,46,17,18,246,42*76
22 $GPGSV,3,3,09,22,34,139,47*4F
23 $GLGSV,1,1,00,,,,*65
24 $BDGSV,3,1,11,161,52,077,45,162,56,281,43,163,82,341,46,165,28,273,41*61
25 $BDGSV,3,2,11,167,25,009,41,168,74,122,45,169,60,255,47,170,20,344,40*64
26 $BDGSV,3,3,11,171,29,235,44,172,59,302,47,173,60,189,48*65
27 $GNNGA,235305.00,0727.4612542,S,11243.7350642,E,4,19,0,7,7.082,M,29.840,M,1.0,0000*46
28 $GNRMC,235305.00,A,0727.4612542,S,11243.7350642,E,0.096,0.0,100720,0.0,E,A*1B
29 $GNGST,235305.00,1.66,0.00,0.00,214.8587,0.0018,0.0018,0.0038*74
30 $GPGSV,3,1,09,01,77,097,49,03,32,166,45,04,52,208,48,07,23,338,43*7E
31 $GPGSV,3,2,09,08,16,011,39,09,41,264,47,11,51,013,46,17,18,246,42*76
32 $GPGSV,3,3,09,22,34,138,46*4F
33 $GLGSV,1,1,00,,,,*65
34 $BDGSV,3,1,11,161,52,077,44,162,56,281,42,163,82,341,46,165,28,273,40*60

```

Gambar 4.5 Data NMEA BX316

Dari gambar tersebut menampilkan hasil data *RTK* untuk alat Tersus BX316 dengan format NMEA. Data NMEA tersebut selanjutnya dipilah untuk diambil pesan yang berisikan GGA dan GSA saja untuk diambil data koordinat dan standar deviasi perdetiknya.


```

% program : RTKPOST ver.2.4.2
% inp file : D:\Tugas Akhir\Last Project\Fengolahan\DATA\1 HARI\80001930.200
% inp file : D:\Tugas Akhir\Last Project\Fengolahan\cors\M. Rizki Ubaidillah\CSBY\csby1930.20d
% inp file : D:\Tugas Akhir\Last Project\Fengolahan\cors\BRDC00IGS_R_20201930000_01d_MN.rnx
% inp file : D:\Tugas Akhir\Last Project\Fengolahan\cors\igr21136.sp3
% obs start : 2020/07/11 00:00:00.0 GFST (week2113 518400.0s)
% obs end : 2020/07/11 23:59:58.0 GFST (week2113 604798.0s)
% pos mode : static
% freqs : L1+L2+L5
% solution : forward
% elev mask : 15.0 deg
% dynamics : off
% tidecorr : off
% ionos opt : broadcast
% tropo opt : est ztd
% ephemeris : precise
% navi sys : gps glonass galileo qzss sbas
% amb res : fix and hold
% amb glo : on
% val thres : 3.0
% antennal : ( 0.0000 0.0000 0.0173)
% antenna2 : TPSCR.G3 NONE ( 0.0000 0.0000 0.0000)
% ref pos : -7.334334514 112.724365067 51.2527
%
% (lat/lon/height=WGS84/ellipsoidal,Q=1:fix,2:float,3:sbas,4:dgps,5:single,6:ppp,ns=# of satellites)
% GFST latitude(deg) longitude(deg) height(m) Q ns sdn(m) sde(m) sdu(m)
2020/07/11 00:00:00.000 -7.457684502 112.728916719 38.8150 2 8 0.3857 0.4505 1.5266
2020/07/11 00:00:02.000 -7.457685005 112.728916780 39.0020 2 8 0.2740 0.3488 1.2477
2020/07/11 00:00:04.000 -7.457685245 112.728916968 39.0494 2 8 0.2241 0.2854 1.1187
2020/07/11 00:00:06.000 -7.457685508 112.728917017 39.1426 2 8 0.1943 0.2476 1.0357
2020/07/11 00:00:08.000 -7.457685745 112.728917114 39.2203 2 8 0.1739 0.2217 0.9742
2020/07/11 00:00:10.000 -7.457686053 112.728917071 39.3360 2 8 0.1588 0.2025 0.9253
2020/07/11 00:00:12.000 -7.457686349 112.728917021 39.4450 2 8 0.1470 0.1876 0.8846
2020/07/11 00:00:14.000 -7.457686641 112.728916935 39.5556 2 8 0.1376 0.1756 0.8457

```

Gambar 4.6 Data *Post Processing* Stonex S800

Dari gambar tersebut menampilkan hasil *post processing* dengan menggunakan data *CORS* untuk alat Stonex S800.

```

% program : RTKPOST ver.2.4.2
% inp file : D:\Tugas Akhir\Last Project\Fengolahan\DATA\1 HARI\K7061930.200
% inp file : D:\Tugas Akhir\Last Project\Fengolahan\cors\M. Rizki Ubaidillah\CSBY\csby1930.20d
% inp file : D:\Tugas Akhir\Last Project\Fengolahan\cors\BRDC00IGS_R_20201930000_01d_MN.rnx
% inp file : D:\Tugas Akhir\Last Project\Fengolahan\cors\igr21136.sp3
% obs start : 2020/07/11 00:00:00.0 GFST (week2113 518400.0s)
% obs end : 2020/07/11 23:59:59.0 GFST (week2113 604799.0s)
% pos mode : static
% freqs : L1+L2+L5
% solution : forward
% elev mask : 15.0 deg
% dynamics : off
% tidecorr : off
% ionos opt : broadcast
% tropo opt : est ztd
% ephemeris : precise
% navi sys : gps glonass galileo qzss sbas
% amb res : fix and hold
% amb glo : on
% val thres : 3.0
% antennal : ( 0.0000 0.0000 0.0000)
% antenna2 : TPSCR.G3 NONE ( 0.0000 0.0000 0.0000)
% ref pos : -7.334334514 112.724365067 51.2527
%
% (lat/lon/height=WGS84/ellipsoidal,Q=1:fix,2:float,3:sbas,4:dgps,5:single,6:ppp,ns=# of satellites)
% GFST latitude(deg) longitude(deg) height(m) Q ns sdn(m) sde(m) sdu(m)
2020/07/11 00:00:00.000 -7.457689407 112.728917292 38.8903 2 8 0.4878 0.6707 1.9063
2020/07/11 00:00:01.000 -7.457689284 112.728917077 38.8170 2 8 0.3468 0.4772 1.5127
2020/07/11 00:00:02.000 -7.457689460 112.728917001 38.8356 2 8 0.2837 0.3905 1.3425
2020/07/11 00:00:03.000 -7.457689252 112.728917225 38.9020 2 8 0.2459 0.3387 1.2403
2020/07/11 00:00:04.000 -7.457689116 112.728917342 38.9427 2 8 0.2200 0.3032 1.1687
2020/07/11 00:00:05.000 -7.457689096 112.728917319 38.9804 2 8 0.2009 0.2770 1.1139
2020/07/11 00:00:06.000 -7.457689106 112.728917231 38.9439 2 8 0.1861 0.2566 1.0655
2020/07/11 00:00:07.000 -7.457689137 112.728917205 38.9455 2 8 0.1741 0.2401 1.0322

```

Gambar 4.7 Data *Post Processing* Comnav K706

Dari gambar tersebut menampilkan hasil *post processing* dengan menggunakan data *CORS* untuk alat Comnav K706.

```

% program : RTKPOST ver.2.4.2
% inp file : D:\Tugas Akhir\Last Project\Pengolahan\DATA\1 HARI\BX3161930.200
% inp file : D:\Tugas Akhir\Last Project\Pengolahan\cors\M. Rizki Ubaidillah\CSBY\csby1930.20d
% inp file : D:\Tugas Akhir\Last Project\Pengolahan\cors\BRDC00IGS_R_20201930000_01D_MN.rnx
% inp file : D:\Tugas Akhir\Last Project\Pengolahan\cors\igr21136.sp3
% obs start : 2020/07/11 00:00:00.0 GPST (week2113 518400.0s)
% obs end : 2020/07/11 23:59:59.0 GPST (week2113 604799.0s)
% pos mode : static
% freqs : L1+L2+L5
% solution : forward
% elev mask : 15.0 deg
% dynamics : off
% tidecorr : off
% ionos opt : sbas
% tropo opt : saastamoinen
% ephemeris : broadcast
% navi sys : gps glonass galileo qzss sbas
% amb res : fix and hold
% amb glo : on
% val thres : 3.0
% antenna1 : * ( 0.0000 0.0000 0.0000)
% antenna2 : TPSCR.G3 ( 0.0000 0.0000 0.0000)
% ref pos : -7.334334514 112.724365067 51.2527
%
% (lat/lon/height=WGS84/ellipsoidal,Q=1:fix,2:float,3:sbas,4:dgps,5:single,6:ppp,ns=# of satellites)
% GPST latitude(deg) longitude(deg) height(m) Q ns sdn(m) sde(m) sdu(m)
2020/07/11 00:00:00.000 -7.457687134 112.728921709 38.2198 2 8 0.4355 0.5903 1.5237
2020/07/11 00:00:01.000 -7.457687187 112.728921778 38.1702 2 8 0.3090 0.4190 1.0833
2020/07/11 00:00:02.000 -7.457687138 112.728921741 38.1355 2 8 0.2526 0.3426 0.8861
2020/07/11 00:00:03.000 -7.457687144 112.728921775 38.1176 2 8 0.2188 0.2970 0.7680
2020/07/11 00:00:04.000 -7.457687103 112.728921810 38.1038 2 8 0.1958 0.2658 0.6872
2020/07/11 00:00:05.000 -7.457687129 112.728921847 38.0999 2 8 0.1788 0.2427 0.6275
2020/07/11 00:00:06.000 -7.457687177 112.728921814 38.1048 2 8 0.1655 0.2248 0.5811
2020/07/11 00:00:07.000 -7.457687206 112.728921789 38.1077 2 8 0.1548 0.2103 0.5436

```

Gambar 4.8 Data *Post Processing* Tersus BX316

Dari gambar tersebut menampilkan hasil *post processing* dengan menggunakan data *CORS* untuk alat Tersus BX316.

```

% program      : RTKPOST ver.demo5 b33c
% inp file    : D:\Tugas Akhir\Last Project\Pengolahan\DATA\1 HARI\88001930.200
% inp file    : D:\Tugas Akhir\Last Project\Pengolahan\cors\BRDC00IGS_R_20201930000_01D_MN.rnx
% inp file    : D:\Tugas Akhir\Last Project\Pengolahan\cors\igr21136.sp3
% obs start   : 2020/07/11 00:00:00.0 GFST (week2113 518400.0s)
% obs end    : 2020/07/11 23:59:58.0 GFST (week2113 604798.0s)
% pos mode    : ppp-static
% solution    : forward
% elev mask   : 15.0 deg
% dynamics   : off
% tidecorr   : off
% tropo opt   : est std
% ephemeris   : precise
% navi sys    : gps glonass galileo qzss beidou sbas
% antennal    : STXS8BS603A  NONE ( 0.0000  0.0000  0.0000)
%
% (lat/lon/height=WGS84/ellipsoidal,Q=1:fix,2:float,3:sbas,4:dgps,5:single,6:ppp,ns=# of satellites)
% GFST      latitude(deg) longitude(deg) height(m) Q ns sdn(m) sde(m) sdu(m)
2020/07/11 00:00:00.000 -7.457673230 112.728937095 19.6251 6 8 1.3009 1.6705 3.8649
2020/07/11 00:00:02.000 -7.457673704 112.728937042 19.5674 6 8 0.9206 1.1824 2.7445
2020/07/11 00:00:04.000 -7.457674089 112.728937025 19.5310 6 8 0.7518 0.9657 2.2477
2020/07/11 00:00:06.000 -7.457674463 112.728936928 19.5367 6 8 0.6511 0.8364 1.9518
2020/07/11 00:00:08.000 -7.457674811 112.728936870 19.5421 6 8 0.5824 0.7482 1.7503
2020/07/11 00:00:10.000 -7.457675229 112.728936705 19.5711 6 8 0.5317 0.6830 1.6018
2020/07/11 00:00:12.000 -7.457675627 112.728936532 19.6024 6 8 0.4922 0.6324 1.4866
2020/07/11 00:00:14.000 -7.457676034 112.728936336 19.6414 6 8 0.4604 0.5915 1.3939
2020/07/11 00:00:16.000 -7.457676466 112.728936137 19.6793 6 8 0.4341 0.5577 1.3173
2020/07/11 00:00:18.000 -7.457676881 112.728935969 19.7069 6 8 0.4118 0.5290 1.2526
2020/07/11 00:00:20.000 -7.457677183 112.728935827 19.7302 6 8 0.3926 0.5044 1.1971
2020/07/11 00:00:22.000 -7.457677513 112.728935695 19.7468 6 8 0.3759 0.4829 1.1488
2020/07/11 00:00:24.000 -7.457677840 112.728935570 19.7612 6 8 0.3611 0.4640 1.1063
2020/07/11 00:00:26.000 -7.457678165 112.728935452 19.7747 6 8 0.3480 0.4471 1.0684
2020/07/11 00:00:28.000 -7.457678469 112.728935323 19.7893 6 8 0.3361 0.4319 1.0345
2020/07/11 00:00:30.000 -7.457678763 112.728935184 19.8054 6 8 0.3255 0.4182 1.0039

```

Gambar 4.9 Data *precise point positioning* Stonex S800

Dari gambar tersebut menampilkan hasil pengolahan metode *precise point positioning* dengan menggunakan untuk alat Stonex S800.

```

% program : RTKPOST ver.demo5 b33c
% inp file : D:\Tugas Akhir\Last Project\Pengolahan\DATA\1 HARI\K7061930.200
% inp file : D:\Tugas Akhir\Last Project\Pengolahan\cors\BRDC00IGS_R_20201930000_01D_MN_rnx
% inp file : D:\Tugas Akhir\Last Project\Pengolahan\cors\igr21136.sp3
% obs start : 2020/07/11 00:00:00.0 GPST (week2113 518400.0s)
% obs end : 2020/07/11 23:59:59.0 GPST (week2113 604799.0s)
% pos mode : ppp-static
% solution : forward
% elev mask : 15.0 deg
% dynamics : off
% tidecorr : off
% tropo opt : est ztd
% ephemeris : precise
% navi sys : gps glonass galileo qzss beidou sbas
% antennal : CNTAT330 NONE ( 0.0000 0.0000 0.0000)
%
% (lat/lon/height=WGS84/ellipsoidal,Q=1:fix,2:float,3:sbas,4:dgps,5:single,6:ppp,ns=# of satellites)
% GPST latitude(deg) longitude(deg) height(m) Q ns sdn(m) sde(m) sdu(m)
2020/07/11 00:00:00.000 -7.457680977 112.728937140 18.0583 6 8 1.3025 1.6760 3.8736
2020/07/11 00:00:01.000 -7.457680861 112.728937000 17.8911 6 8 0.9217 1.1862 2.7504
2020/07/11 00:00:02.000 -7.457680966 112.728936980 17.8402 6 8 0.7527 0.9688 2.2524
2020/07/11 00:00:03.000 -7.457680774 112.728937102 17.8245 6 8 0.6519 0.8391 1.9558
2020/07/11 00:00:04.000 -7.457680654 112.728937148 17.8087 6 8 0.5831 0.7506 1.7538
2020/07/11 00:00:05.000 -7.457680626 112.728937085 17.7970 6 8 0.5323 0.6852 1.6049
2020/07/11 00:00:06.000 -7.457680631 112.728936971 17.7829 6 8 0.4929 0.6344 1.4894
2020/07/11 00:00:07.000 -7.457680669 112.728936900 17.7808 6 8 0.4610 0.5934 1.3966
2020/07/11 00:00:08.000 -7.457680660 112.728936795 17.7719 6 8 0.4347 0.5595 1.3198
2020/07/11 00:00:09.000 -7.457680689 112.728936661 17.7876 6 8 0.4123 0.5308 1.2550
2020/07/11 00:00:10.000 -7.457680746 112.728936554 17.7964 6 8 0.3932 0.5061 1.1993
2020/07/11 00:00:11.000 -7.457680743 112.728936583 17.8031 6 8 0.3764 0.4845 1.1509
2020/07/11 00:00:12.000 -7.457680754 112.728936532 17.7999 6 8 0.3616 0.4655 1.1083
2020/07/11 00:00:13.000 -7.457680774 112.728936516 17.7821 6 8 0.3485 0.4448 1.0703
2020/07/11 00:00:14.000 -7.457680806 112.728936509 17.7759 6 8 0.3367 0.4334 1.0364
2020/07/11 00:00:15.000 -7.457680844 112.728936470 17.7556 6 8 0.3260 0.4146 1.0057

```

Gambar 4.10 Data *precise point positioning* Comnav K706

Dari gambar tersebut menampilkan hasil pengolahan metode *precise point positioning* dengan menggunakan untuk alat Comnav K706.

```

% program : RTKPOST ver.demo5 b33c
% inp file : D:\Tugas Akhir\Last Project\Pengolahan\DATA\1 HARI\BX3161930.200
% inp file : D:\Tugas Akhir\Last Project\Pengolahan\cors\BRDC00IGS_R_20201930000_01D_MN_rnx
% inp file : D:\Tugas Akhir\Last Project\Pengolahan\cors\igr21136.sp3
% obs start : 2020/07/11 00:00:00.0 GPST (week2113 518400.0s)
% obs end : 2020/07/11 23:59:59.0 GPST (week2113 604799.0s)
% pos mode : ppp-static
% solution : forward
% elev mask : 15.0 deg
% dynamics : off
% tidecorr : off
% tropo opt : est ztd
% ephemeris : precise
% navi sys : gps glonass galileo qzss beidou sbas
% antennal : CNTAT330 NONE ( 0.0000 0.0000 0.0000)
%
% (lat/lon/height=WGS84/ellipsoidal,Q=1:fix,2:float,3:sbas,4:dgps,5:single,6:ppp,ns=# of satellites)
% GPST latitude(deg) longitude(deg) height(m) Q ns sdn(m) sde(m) sdu(m)
2020/07/11 00:00:00.000 -7.457681261 112.728937423 20.6681 6 8 1.3025 1.6760 3.8736
2020/07/11 00:00:01.000 -7.457681216 112.728937470 20.4601 6 8 0.9216 1.1861 2.7502
2020/07/11 00:00:02.000 -7.457681125 112.728937440 20.3470 6 8 0.7526 0.9687 2.2522
2020/07/11 00:00:03.000 -7.457681122 112.728937456 20.3017 6 8 0.6518 0.8390 1.9556
2020/07/11 00:00:04.000 -7.457681093 112.728937457 20.2752 6 8 0.5831 0.7504 1.7536
2020/07/11 00:00:05.000 -7.457681111 112.728937441 20.2610 6 8 0.5323 0.6851 1.6047
2020/07/11 00:00:06.000 -7.457681149 112.728937391 20.2493 6 8 0.4928 0.6343 1.4893
2020/07/11 00:00:07.000 -7.457681175 112.728937347 20.2399 6 8 0.4610 0.5933 1.3964
2020/07/11 00:00:08.000 -7.457681210 112.728937272 20.2354 6 8 0.4346 0.5594 1.3196
2020/07/11 00:00:09.000 -7.457681213 112.728937237 20.2263 6 8 0.4123 0.5307 1.2548
2020/07/11 00:00:10.000 -7.457681210 112.728937213 20.2226 6 8 0.3931 0.5060 1.1992
2020/07/11 00:00:11.000 -7.457681214 112.728937165 20.2212 6 8 0.3764 0.4844 1.1508
2020/07/11 00:00:12.000 -7.457681217 112.728937111 20.2214 6 8 0.3616 0.4654 1.1081
2020/07/11 00:00:13.000 -7.457681208 112.728937068 20.2158 6 8 0.3484 0.4445 1.0702
2020/07/11 00:00:14.000 -7.457681202 112.728937025 20.2156 6 8 0.3366 0.4333 1.0362
2020/07/11 00:00:15.000 -7.457681199 112.728936983 20.2127 6 8 0.3259 0.4145 1.0056

```

Gambar 4.11 Data *precise point positioning* Tersus BX316

Dari gambar tersebut menampilkan hasil pengolahan metode *precise point positioning* dengan menggunakan untuk alat Tersus BX316.

Dari hasil pengolahan data tersebut data dianalisa dan disajikan dalam sub-bab selanjutnya.

4.2 Nilai Koordinat

Nilai koordinat dalam meter yang didapat pada saat melakukan pengukuran dengan setelah dilakukan *post processing*:

Tabel 4.1 Hasil Koordinat *post processing* CORS Surabaya

CORS Surabaya	DOY	Easting(m)	Northing(m)	Height(m)	STD	Easting(m)	Northing(m)	Height(m)
S800	193	690796.817	9175281.148	36.655		0.005	0.005	0.015
K706		690796.807	9175281.175	36.837		0.040	0.007	0.064
BX316		690796.806	9175281.166	36.845		0.005	0.005	0.008
S800	194	690797.148	9175280.115	34.157		0.007	0.003	0.026
K706		690797.145	9175280.147	34.367		0.008	0.007	0.059
BX316		690797.140	9175280.146	34.426		0.000	0.005	0.013
S800	195	690797.141	9175280.128	34.137		0.003	0.003	0.017
K706		690797.125	9175280.144	34.442		0.019	0.006	0.097
BX316		690797.140	9175280.142	34.427		0.000	0.002	0.009

Hasil menunjukkan untuk pengolahan dengan menggunakan metode statik diferensial dengan mengikatakan titik pengamatan ke CORS Surabaya. Untuk nilai standar deviasi yang dihasilkan untuk alat BX316 diangka < 6 mm mendekati nilai standar deviasi dari S800 sebagai acuan diangka < 8 mm, sementara untuk nilai standar deviasi dari K706 dingka < 4 cm.

Tabel 4.2 Hasil Koordinat *post processing CORS* Lamongan

CORS Lamongan	DOY	Easting(m)	Northing(m)	Height(m)	STD	Easting(m)	Northing(m)	Height(m)
S800	193	690797.035	9175280.012	34.277		0.007	0.009	0.068
K706		690796.923	9175279.985	34.714		0.074	0.052	0.126
BX316		690797.015	9175280.039	34.539		0.006	0.007	0.040
S800	194	690797.059	9175280.017	33.993		0.014	0.011	0.107
K706		690796.994	9175280.052	34.559		0.005	0.004	0.054
BX316		690796.996	9175280.039	34.403		0.005	0.004	0.029
S800	195	690797.022	9175280.155	34.079		0.011	0.052	0.050
K706		690796.939	9175280.228	34.391		0.035	0.020	0.299
BX316		690797.006	9175280.060	34.440		0.004	0.007	0.022

Hasil menunjukkan untuk pengolahan dengan menggunakan metode statik diferensial dengan mengikatakan titik pengamatan ke *CORS* Lamongan. Untuk nilai standar deviasi yang dihasilkan oleh BX316 memiliki nilai < 8 mm, untuk nilai standar deviasi dari S800 diangka < 1.5 cm sedangkan untuk nilai K706 < 7.5 cm.

Tabel 4.3 Hasil Koordinat *post processing CORS* Sumenep

CORS Sumenep	DOY	Easting(m)	Northing(m)	Height(m)	STD	Easting(m)	Northing(m)	Height(m)
S800	193	690797.397	9175280.757	38.691		0.613	0.158	0.909
K706		690797.504	9175280.537	39.066		0.012	0.006	0.062
BX316		690797.532	9175280.549	39.180		0.019	0.016	0.046
S800	194	690797.528	9175280.516	39.034		0.003	0.002	0.004
K706		690797.564	9175280.515	39.296		0.030	0.015	0.083
BX316		690797.575	9175280.525	39.203		0.019	0.011	0.065
S800	195	690797.583	9175280.549	39.035		0.003	0.002	0.034
K706		690797.421	9175280.499	38.797		0.132	0.055	0.512
BX316		690797.478	9175280.514	39.081		0.011	0.004	0.041

Hasil menunjukkan untuk pengolahan dengan menggunakan metode statik diferensial dengan mengikatakan titik pengamatan ke

CORS Sumenep. Untuk nilai standar deviasi yang dihasilkan BX316 memiliki nilai < 2 cm, untuk S800 memiliki nilai < 60 cm, sedangkan untuk nilai dari K706 di angka < 1.4 cm.

Tabel 4.4 Hasil Koordinat *Real Time*

CORS Surabaya	DOY	Easting(m)	Northing(m)	Height(m)	STD	Easting(m)	Northing(m)	Height(m)
K706	162	690796.815	9175281.171	35.097		0.018	0.012	0.027
BX316		690796.806	9175281.157	35.056		0.008	0.007	0.023
CORS Lamongan	DOY	Easting(m)	Northing(m)	Height(m)	STD	Easting(m)	Northing(m)	Height(m)
K706	162	690796.796	9175281.165	34.940		0.018	0.038	0.065
BX316		690796.788	9175281.133	34.874		0.013	0.076	0.047
CORS Sumenep	DOY	Easting(m)	Northing(m)	Height(m)	STD	Easting(m)	Northing(m)	Height(m)
K706	162	690796.798	9175281.167	34.866		0.011	0.015	0.034
BX316		690796.795	9175281.133	34.864		0.014	0.011	0.015

Hasil menunjukkan untuk pengamatan dengan menggunakan metode *RTK-NTRIP*. Untuk nilai standar deviasi yang dihasilkan dengan mengikatkan titik pengamatan ke *CORS* Surabaya memiliki standar deviasi yang kecil dibandingkan jika diikatkan dengan *CORS* yang lain.

Dari beberapa data yang telah disajikan membuktikan bahwa kemampuan GNSS *low-cost* yang digunakan sebanding dengan harga pembelian produknya, dilihat dari hasil standar deviasi yang didapatkan tidak jauh berbeda dari standar deviasi GNSS geodetic Stonex S800 sebagai acuannya dan nilai kedekatan koordinatnya yang berkisar < 1 m.

4.3 PPP

Dari data pengukuran yang telah dilakukan dengan menggunakan metode ppp, hasil disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 4.5 Hasil Koordinat *Precise Point Positioning*

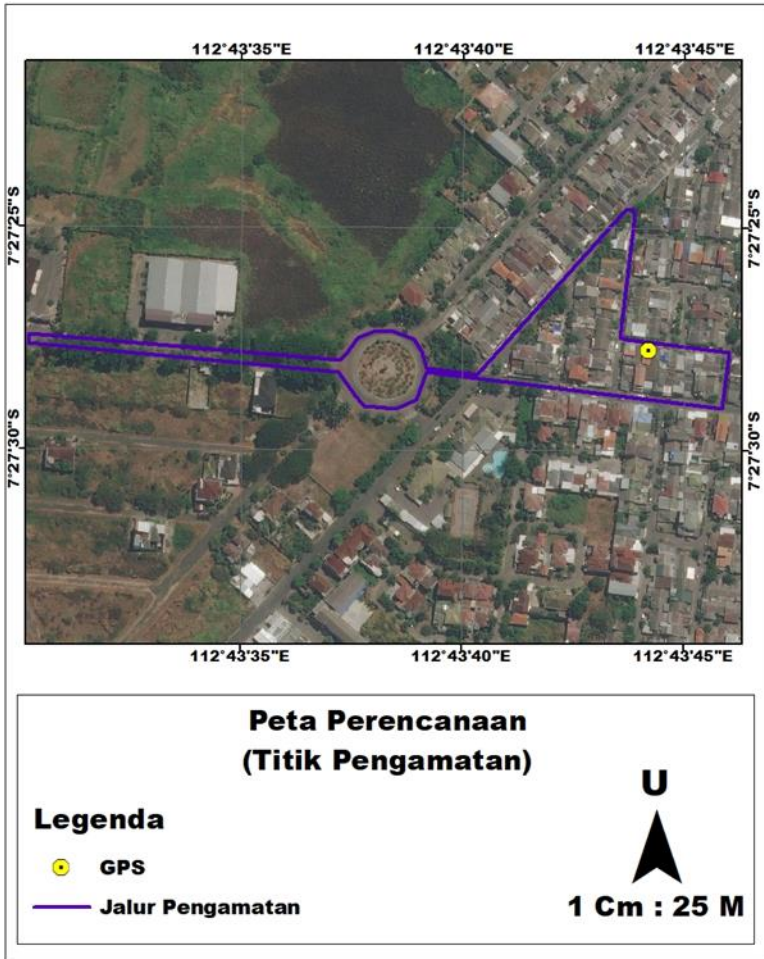
PPP	DOY	Easting(m)	Northing(m)	Height(m)	STD	Easting(m)	Northing(m)	Height(m)
S800	193	690796.301	9175280.823	34.883		0.504	0.216	5.205
K706		690796.792	9175280.913	39.717		0.740	0.337	6.038
BX316		690796.724	9175280.800	36.595		0.555	0.304	5.943
S800	194	690796.288	9175280.720	35.441		0.473	0.256	5.472
K706		690796.912	9175280.947	38.102		0.529	0.356	5.761
BX316		690796.892	9175280.560	36.682		0.525	0.327	5.905
S800	195	690796.405	9175280.936	35.895		0.551	0.214	5.748
K706		690797.094	9175280.989	38.239		0.517	0.373	6.377
BX316		690796.752	9175280.626	38.279		0.657	0.320	6.071

Untuk nilai standar deviasi yang dihasilkan oleh BX316 menghasilkan nilai < 70 cm, untuk S800 menghasilkan nilai < 60 cm, dan untuk nilai standar deviasi yang dihasilkan oleh K706 ialah < 75 cm.

Dari hasil data pengolahan *PPP* yang disajikan membuktikan tingkat kepresisian data dari GNSS *low-cost* dengan harga relatif lebih murah tidak jauh berbeda dengan hasil yang didapatkan dari GNSS geodetik.

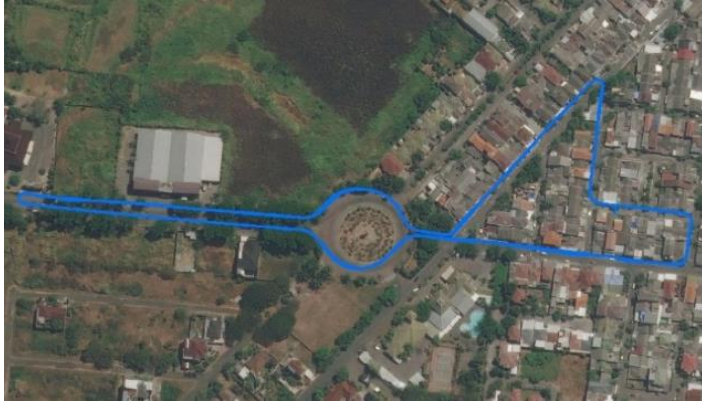
4.4 RTK + KINEMATIK

Data yang didapatkan adalah hasil dari pengamatan menggunakan 2 alat GNSS dan 1 Antena yang dipasangkan di mobil. Tujuannya untuk mengetahui kualitas data GNSS yang didapatkan saat melakukan pergerakan/ data kinematik. Data pengukuran disajikan dalam bentuk gambar sebagai berikut:



Gambar 4.12 Peta Rencana Jalur Pengamatan

Pada gambar peta diatas menunjukkan rencana jalur yang akan dilakukan pengamatan. Pada peta diatas menunjukkan kondisi wilayah yang beragam diantaranya memiliki banyak pohon, wilayah yang lapang, dan wilayah yang padat penduduknya.



Gambar 4.13 Garis pengukuran alat BX316

Berikut hasil data pengamatan kinematik menggunakan alat BX316.



Gambar 4.14 Garis pengukuran alat K706

Berikut hasil data pengamatan kinematik menggunakan alat K706.



Gambar 4.15 Sebaran titik K706 dan BX316

Berikut hasil data sebaran titik pengamatan kinematik menggunakan alat K706 dan BX316.



Gambar 4.16 Letak titik sinyal *fix*

Berikut hasil sinyal *fix* yang diperoleh dari kedua alat, terlihat untuk BX316 dari Tersus lebih banyak menangkap sinyal *fix* dari pada K706.



Gambar 4.17 Letak titik sinyal *float*

Berikut hasil sinyal *float* yang diperoleh dari kedua alat, terlihat untuk K706 dari Comnav lebih banyak menangkap sinyal *float* dari pada BX316.



Gambar 4.18 Letak titik sinyal *single*

Berikut hasil sinyal *single* yang diperoleh dari kedua alat, terlihat untuk K706 dari Comnav lebih banyak menangkap sinyal *single* dari pada BX316.

Dari data pengamatan yang telah dilakukan, data Tersus BX316 lebih baik dari data Comnav K706 Oem Board, terlihat dari jumlah *fix* dan *float* dari Tersus BX316 dan garis pengukuran yang dibuat oleh Tersus BX316.

Kualitas data yang didapatkan dari alat BX316 lebih bagus dari pada K706 yang membuktikan harga produk sebanding dengan hasil data yang diperoleh, karena BX316 lebih mahal dari pada K706.

4.5 UJI STATISTIK

Nilai koordinat dari titik pengukuran menggunakan *metode post processing* dari hasil koordinat yang telah didapatkan dari pengukuran, selanjutnya dilakukan uji statistik untuk dilihat perbandingan antara Comnav K706 *Oem Board* dengan Tersus BX316. Hipotesa yang digunakan adalah sebagai berikut:

Ho: tidak ada perbedaan signifikan antara koordinat low-cost dengan koordinat aucan, atau $t_{hitung} > -t_{tabel}$, atau $t_{hitung} < t_{tabel}$

Ha: terdapat perbedaan signifikan antara koordinat low-cost dengan koordinat aucan, atau t_{hitung} diluar dari batas dari Ho

Jika digunakan $\sigma_x=0.005$, $\sigma_y=0.01$, $\sigma_z=0.019$, $\alpha=5\%$ dan derajat kebebasan 2 ($n=3$), maka didapat:

$t_{\gamma, 1/2\alpha} = t_{1, 0.025} = 4,303$ (dari tabel student t-test).

Dengan metode uji dari dua sisi (*two sided test*) dihitung dengan menggunakan rumus dua rata – rata:

$$t_0 = \frac{(X_1 - X_2) - d_0}{\sqrt{\left(S_1^2/n_1\right) + \left(S_2^2/n_2\right)}} \quad (4.1)$$

Maka data disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 4.6 Uji T Koordinat *Post Processing* K706 menggunakan *CORS* Surabaya

Titik CSBY	Standart Deviasi <i>Easting</i> (m)		T hitung	n	T tabel	Hipotesa 0
	S800	K706				
1	0.005	0.022	0.705	3	4.303	Diterima
Titik CSBY	Standart Deviasi <i>Northing</i> (m)		T hitung	n	T tabel	Hipotesa 0
	S800	K06				
1	0.010	K706	-5.657	3	4.303	Ditolak
Titik CSBY	Standart Deviasi <i>Height</i> (m)		T hitung	n	T tabel	Hipotesa 0
	S800	K06				
1	0.019	K706	-5.326	3	4.303	Ditolak

Dari uji T yang telah dilakukan dengan menggunakan *CORS* Surabaya menghasilkan H_0 diterima untuk koordinat *easting*.

Tabel 4.7 Uji T Koordinat *Post Processing* BX316 menggunakan *CORS* Surabaya

Titik CSBY	Standart Deviasi <i>Easting</i> (m)		T hitung	n	T tabel	Hipotesa 0
	S800	BX316				
1	0.005	0.002	-0.707	3	4.303	Diterima
Titik CSBY	Standart Deviasi <i>Northing</i> (m)		T hitung	n	T tabel	Hipotesa 0
	S800	BX316				
1	0.010	0.004	-6.667	3	4.303	Ditolak
Titik CSBY	Standart Deviasi <i>Height</i> (m)		T hitung	n	T tabel	Hipotesa 0
	S800	BX316				
1	0.020	0.010	-19.903	3	4.303	Ditolak

Dari uji T yang telah dilakukan dengan menggunakan *CORS* Surabaya menghasilkan H_0 diterima untuk koordinat *easting*.

Tabel 4.8 Uji T Koordinat *Post Processing* K706 menggunakan *CORS* Lamongan

Titik CLMG	Standart Deviasi <i>Easting</i> (m)		T hitung	n	T tabel	Hipotesa 0
	S800	K06				
1	0.005	K706	3.749	3	4.303	Diterima
Titik CLMG	Standart Deviasi <i>Northing</i> (m)		T hitung	n	T tabel	Hipotesa 0
	S800	K06				
1	0.010	K706	25.185	3	4.303	Ditolak
Titik CLMG	Standart Deviasi <i>Height</i> (m)		T hitung	n	T tabel	Hipotesa 0
	S800	K06				
1	0.020	0.159	4.616	3	4.303	Ditolak

Dari uji T yang telah dilakukan dengan menggunakan *CORS* Lamongan menghasilkan H_0 diterima untuk koordinat *easting*.

Tabel 4.9 Uji T Koordinat *Post Processing* BX316 menggunakan *CORS* Lamongan

Titik CLMG	Standart Deviasi <i>Easting</i> (m)		T hitung	n	T tabel	Hipotesa 0
	S800	BX316				
1	0.005	0.005	7.123	3	4.303	Ditolak
Titik CLMG	Standart Deviasi <i>Northing</i> (m)		T hitung	n	T tabel	Hipotesa 0
	S800	BX316				
1	0.010	0.006	100.242	3	4.303	Ditolak
Titik CLMG	Standart Deviasi <i>Height</i> (m)		T hitung	n	T tabel	Hipotesa 0
	S800	BX316				
1	0.020	0.031	24.960	3	4.303	Ditolak

Dari uji T yang telah dilakukan dengan menggunakan *CORS* Lamongan menghasilkan H_0 tidak diterima.

Tabel 4.10 Uji T Koordinat *Post Processing* K706 menggunakan *CORS* Sumenep

Titik CSMN	Standart Deviasi <i>Easting</i> (m)		T hitung	n	T tabel	Hipotesa 0
	S800	K706				
1	0.005	0.058	-13.665	3	4.303	Ditolak
Titik CSMN	Standart Deviasi <i>Northing</i> (m)		T hitung	n	T tabel	Hipotesa 0
	S800	K706				
1	0.010	0.025	-3.582	3	4.303	Diterima
Titik CSMN	Standart Deviasi <i>Height</i> (m)		T hitung	n	T tabel	Hipotesa 0
	S800	K706				
1	0.020	0.219	-32.080	3	4.303	Ditolak

Dari uji T yang telah dilakukan dengan menggunakan *CORS* Sumenep menghasilkan H_0 diterima untuk koordinat *northing*.

Tabel 4.11 Uji T Koordinat *Post Processing* BX316 menggunakan *CORS* Sumenep

Titik CSMN	Standart Deviasi <i>Easting</i> (m)		T hitung	n	T tabel	Hipotesa 0
	S800	BX316				
1	0.005	0.058	-51.008	3	4.303	Diterima
Titik CSMN	Standart Deviasi <i>Northing</i> (m)		T hitung	n	T tabel	Hipotesa 0
	S800	BX316				
1	0.010	0.025	-10.275	3	4.303	Diterima
Titik CSMN	Standart Deviasi <i>Height</i> (m)		T hitung	n	T tabel	Hipotesa 0
	S800	BX316				
1	0.020	0.219	-133.498	3	4.303	Ditolak

Dari uji T yang telah dilakukan dengan menggunakan *CORS* Sumenep menghasilkan H_0 diterima untuk koordinat *easting* dan *northing*.

Tabel 4.12 Uji T untuk Koordinat K706 *Precise Point Positioning*

Titik PPP	Standart Deviasi Easting (m)		T hitung	n	T tabel	Hipotesa 0
	S800	K706				
1	0.005	0.596	0.297	3	4.303	Diterima
Titik PPP	Standart Deviasi Northing (m)		T hitung	n	T tabel	Hipotesa 0
	S800	K706				
1	0.010	0.355	-2.369	3	4.303	Diterima
Titik PPP	Standart Deviasi Height (m)		T hitung	n	T tabel	Hipotesa 0
	S800	K706				
1	0.020	6.058	-1.059	3	4.303	Diterima

Dari uji T yang telah dilakukan dengan menggunakan *PPP* menghasilkan H_0 diterima untuk semua koordinat.

Tabel 4.13 Uji T untuk Koordinat BX316 *Precise Point Positioning*

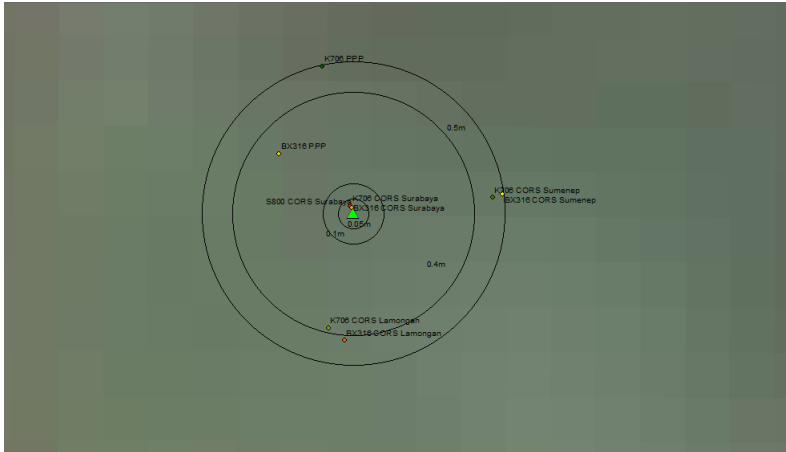
Titik PPP	Standart Deviasi Easting (m)		T hitung	n	T tabel	Hipotesa 0
	S800	BX316				
1	0.005	0.579	0.737	3	4.303	Diterima
Titik PPP	Standart Deviasi Northing (m)		T hitung	n	T tabel	Hipotesa 0
	S800	BX316				
1	0.010	0.317	-1.082	3	4.303	Diterima
Titik PPP	Standart Deviasi Height (m)		T hitung	n	T tabel	Hipotesa 0
	S800	BX316				
1	0.020	5.973	-0.639	3	4.303	Diterima

Dari uji T yang telah dilakukan dengan menggunakan *PPP* menghasilkan H_0 diterima untuk semua koordinat.

Dari 12 sampel yang diuji coba untuk masing-masing alat, untuk H_0 diterima sebanyak 6 sampel dengan ini membuktikan GNSS *low-cost* dapat digunakan seperti GNSS geodetik pada umumnya.

4.6 Akurasi dan Presisi

Nilai akurasi dan presisi dari hasil pengamatan menggunakan GNSS *low-cost* dan GNSS geodetik ditunjukkan pada gambar seperti berikut:



Gambar 4.19 Akurasi dari titik survei dengan titik acuan

Dari gambar diatas menunjukkan nilai terdekat dari titik acuan yaitu S800 (cors Surabaya 3hari), adalah nilai dari BX316 dengan titik ikat *CORS* Surabaya diangka 0.021 m, selanjutnya K706 dengan titik ikat *CORS* Surabaya dengan nilai 0.026 m selisih 5mm dari BX316.

Hal ini membuktikan data dari GNSS *low-cost* sebanding dengan harga produknya. Untuk penggunaan GNSS *low-cost* dapat digunakan seperti menggunakan GNSS geodetik pada umumnya, hanya saja kualitas yang didapatkan belum sebanding dengan GNSS geodetik. Hal ini terlihat dari nilai kedekatan koordinatnya yang masih dalam radius > 2 cm.



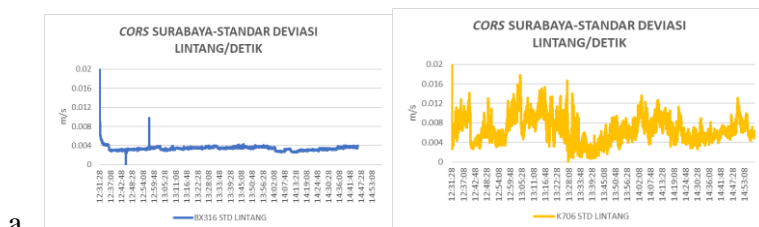
Gambar 4.20 Akurasi dan presisi RTK

Hasil menunjukkan nilai terdekat dari titik acuan yaitu S800 (cors Surabaya 3hari), untuk pengamatan metode RTK, untuk nilai BX316 dan K706 dijarak 0.7 m.

Dari data tersebut menunjukkan tingkat presisi data saat menggunakan metode RTK dapat mencapai “cm”. dari hasil tersebut GNSS *low-cost* memiliki kualitas data yang sebanding dengan harga yang kita keluarkan untuk membeli produk GNSS *low-cost*.

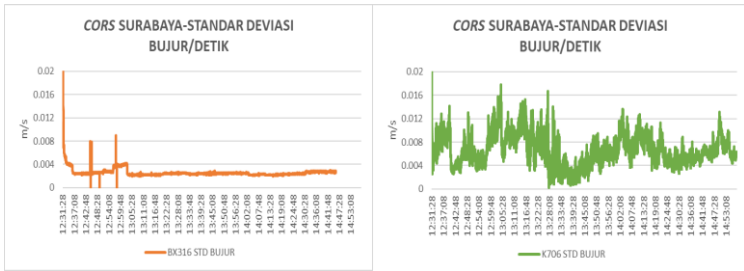
4.7 Nilai Standar Deviasi Per Detik

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan hasil standar deviasi yang disajikan, didapatkan dari pengamatan titik survey menggunakan metode RTK menggunakan 3 CORS yang berbeda adalah sebagai berikut:



Gambar 4.21 Standar Deviasi Lintang Perdetik CSBY

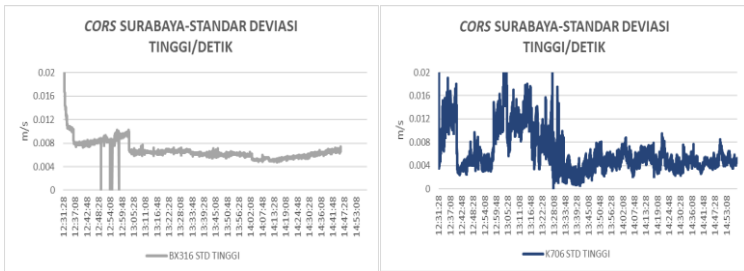
Untuk nilai standar deviasi perdetik arah lintang menunjukkan BX316 lebih presisi yaitu diangka 4 mm/s.



b.

Gambar 4.22 Standar Deviasi Bujur Perdetik CSBY

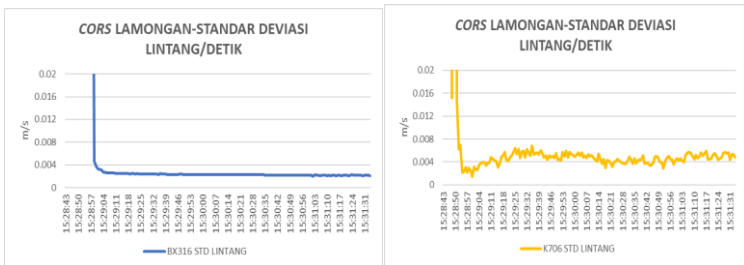
Untuk nilai standar deviasi perdetik arah bujur menunjukkan BX316 lebih presisi yaitu diangka 3 mm/s.



c.

Gambar 4.23 Standar Deviasi Tinggi Perdetik CSBY

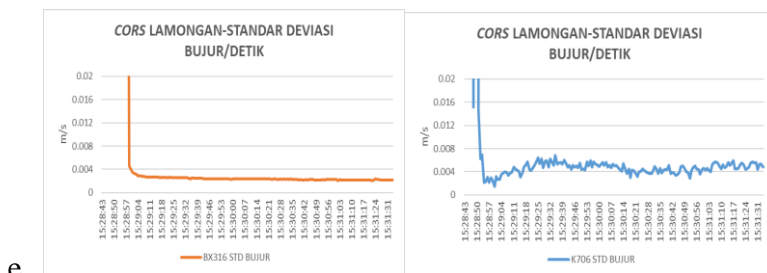
Untuk nilai standar deviasi perdetik untuk nilai tinggi menunjukkan BX316 lebih presisi yaitu diangka < 8 mm/s.



d.

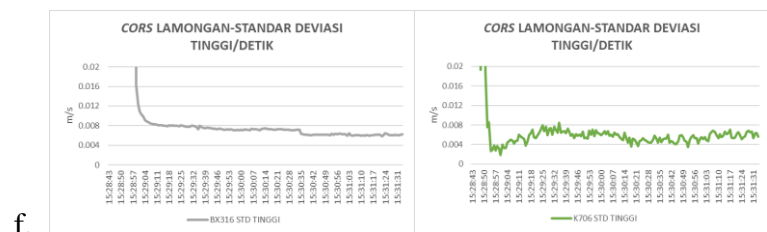
Gambar 4.24 Standar Deviasi Lintang Perdetik CLMG

Untuk nilai standar deviasi perdetik arah lintang menunjukkan BX316 lebih presisi yaitu diangka 3 mm/s.



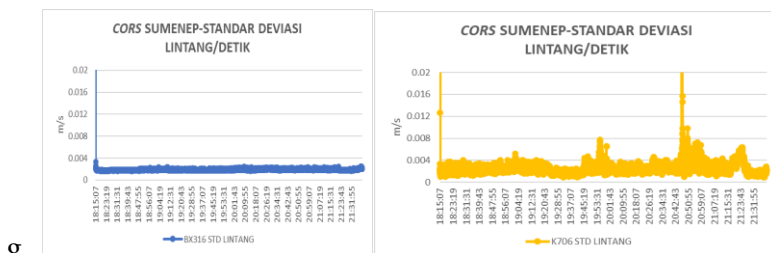
e. Gambar 4.25 Standar Deviasi Bujur Perdetik CLMG

Untuk nilai standar deviasi perdetik arah bujur menunjukkan BX316 lebih presisi yaitu diangka 3 mm/s.



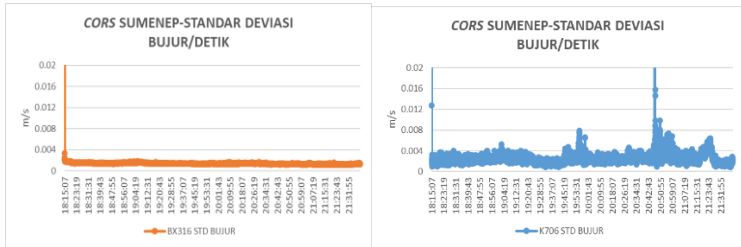
f. Gambar 4.26 Standar Deviasi Tinggi Perdetik CLMG

Untuk nilai standar deviasi perdetik nilai tinggi menunjukkan BX316 lebih presisi yaitu diangka < 6mm/s.



g. Gambar 4.27 Standar Deviasi Lintang Perdetik CSMN

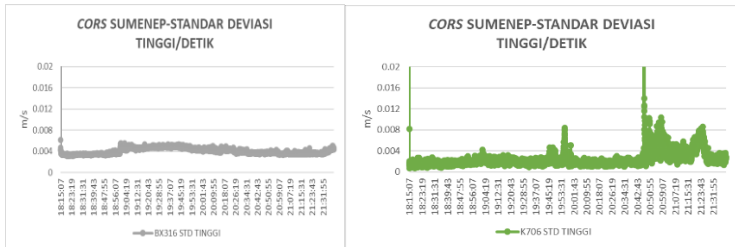
Untuk nilai standar deviasi perdetik arah lintang menunjukkan BX316 lebih presisi yaitu diangka 3 mm/s.



h.

Gambar 4.28 Standar Deviasi Bujur Perdetik CSMN

Untuk nilai standar deviasi perdetik arah Bujur menunjukkan BX316 lebih presisi yaitu diangka 3 mm/s.



i.

Gambar 4.29 Standar Deviasi Tinggi Perdetik CSMN

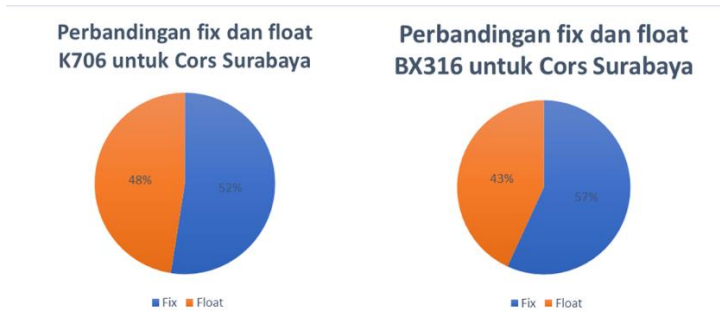
Untuk nilai standar deviasi perdetik nilai tinggi menunjukkan BX316 lebih presisi yaitu diangka 4mm/s.

Hasil yang didapatkan pada beberapa sampel diatas menunjukkan bahwa kualitas data yang didapatkan dengan menggunakan Tersus BX316 lebih bagus karena nilai standar deviasi yang dihasilkan diangka sekitar 0.002 – 0.005 m/s, berbeda dengan Comnav K706 *Oem Board* yang nilai standar deviasinya diangka > 0.004 m/s.

Dari hasil pengamatan menggunakan metode RTK dapat dianalisis hasil standar deviasi perdetik yang didapatkan saat melakukan pengamatan sebanding dengan harga pembelian produknya.

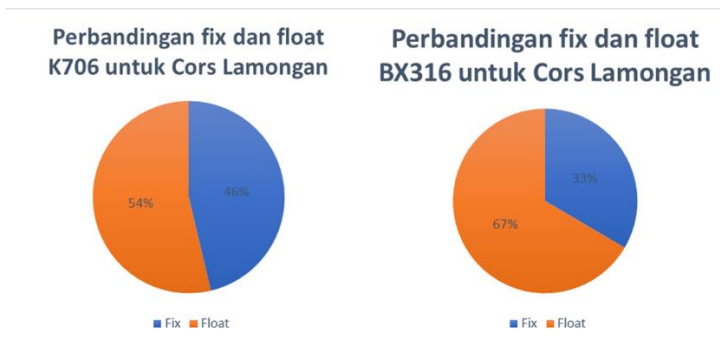
4.8 Perbandingan *Fix* dan *Float*

Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan, setelah dilakukan *post processing* menggunakan RTKLib didapatkan perbandingan *fix* dan *float* disajikan dalam bentuk diagram sebagai berikut:



Gambar 4.30 Presentase *fix* dan *float* CSBY

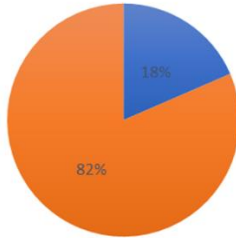
Hasil perbandingan *fix* dan *float* setelah data diolah dengan diikatkan ke *CORS* Surabaya didapatkan untuk sinyal *fix* lebih banyak dari pada sinyal *float*, untuk sinyal *fix* lebih dari 50% dan *float* kurang dari 50%.



Gambar 4.31 Presentase *fix* dan *float* CLMG

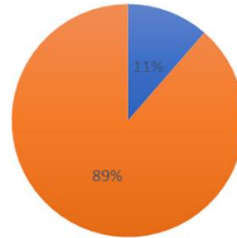
Hasil perbandingan *fix* dan *float* setelah data diolah dengan diikatkan ke *CORS* Lamongan didapatkan untuk sinyal *float* lebih banyak dari pada sinyal *fix*, untuk nilai *float* diangka 54% - 67% sementara untuk nilai *fix* diangka 33% - 46%.

Perbandingan *fix* dan *float*
K706 untuk Cors Sumenep



■ Fix ■ Float

Perbandingan *fix* dan *float*
BX316 untuk Cors Sumenep



■ Fix ■ Float

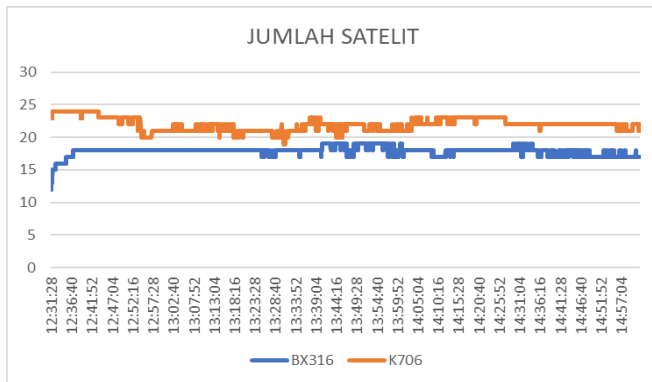
Gambar 4.32 Presentase *fix* dan *float* CSMN

Hasil perbandingan *fix* dan *float* setelah data diolah dengan diikatkan ke *CORS* Sumenep didapatkan untuk sinyal *float* lebih banyak dari pada sinyal *fix*, untuk nilai *float* diangka 82% - 84% sementara untuk nilai *fix* diangka 11% - 18%.

Pengaruh perubahan *fix* yang didapatkan ini dipengaruhi oleh jarak *baseline* yang berbeda-beda. Dapat dilihat untuk kualitas data yang dihasilkan oleh BX316 lebih baik dari pada K706 untuk semua pengikatan *COSR*. Membuktikan kualitas harga produk sebanding dengan data yang dihasilkan.

4.9 Jumlah Satelit Per Detik

Dari pengukuran yang telah dilakukan, diamati jumlah satelit yang mengorbit pada titik pengukuran. Data jumlah satelit yang mengorbit disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:

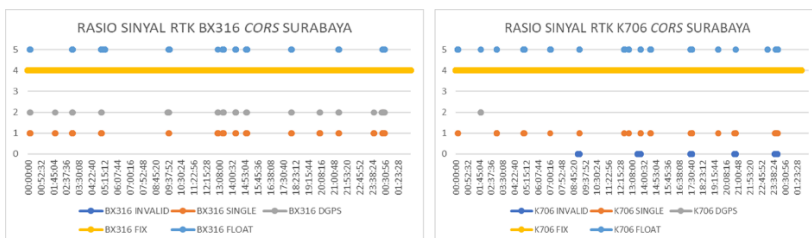


Gambar 4.33 Jumlah satelit yang diterima

Dari data yang telah diamati untuk Comnav K706 *Oem Board* lebih banyak menangkap satelit dari pada Tersus BX316. Dengan harga yang relatif lebih murah K706 dapat mengimbangi kualitas dari BX316 dari segi penerimaan sinyal satelit.

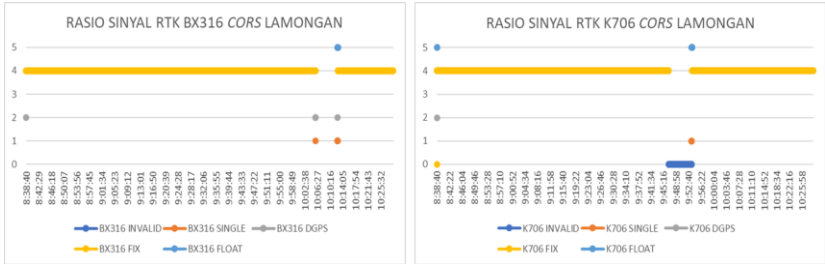
4.10 RTK per Detik

Analisa RTK perdetik ini, ingin menunjukkan bagaimana kualitas sinyal yang diterima selama pengamatan berlangsung.



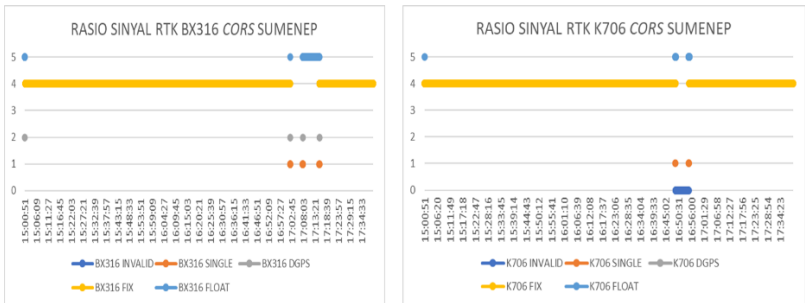
Gambar 4.34 Rasio sinyal RTK CSBY

Untuk sinyal yang didapatkan pada saat pengamatan menggunakan metode *RTK* dengan mengikatkan ke *CORS* Surabaya, terlihat tidak ada perbedaan signifikan antara kedua alat dalam menerima sinyal.



Gambar 4.35 Rasio sinyal RTK *CLMG*

Untuk sinyal yang didapatkan pada saat pengamatan menggunakan metode *RTK* dengan mengikatkan ke *CORS* Lamongan, terlihat tidak ada perbedaan signifikan antara kedua alat dalam menerima sinyal.



Gambar 4.36 Rasio sinyal RTK *CSMN*

Untuk sinyal yang didapatkan pada saat pengamatan menggunakan metode *RTK* dengan mengikatkan ke *CORS* Sumenep, terlihat tidak ada perbedaan signifikan antara kedua alat dalam menerima sinyal.

Dari hasil tersebut harga yang relatif lebih murah K706 dapat mengimbangi kualitas dari BX316 dari segi pengamatan data menggunakan metode *RTK*.

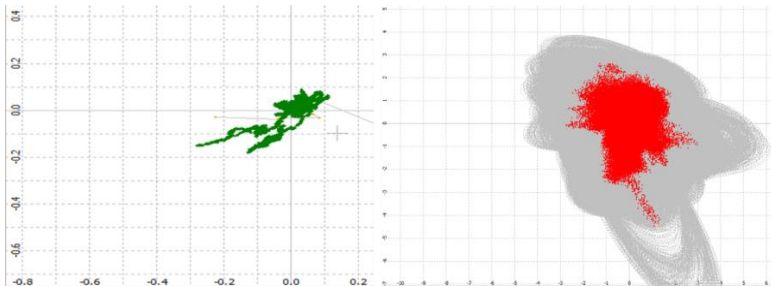
4.11 Single Position dan RTK per detik

Untuk pengamatan *RTK* dan *Single Position* hasil ditunjukkan sebagai berikut:

Tabel 4.14 Hasil koordinat K706 *SPP* dan *RTK CSBY*

CORS Surabaya		Easting(m)	Northing(m)	Height(m)	STD	Easting(m)	Northing(m)	Height(m)
K706	RTK	690796.815	9175281.171	7.097		0.018	0.012	0.027
	Single	690796.872	9175280.267	36.257		0.688	0.970	2.015

Pengamatan menggunakan K706, menunjukkan standar deviasi yang dihasilkan oleh K706 metode *RTK* lebih bagus dari pada saat menggunakan metode *single position* yaitu dengan nilai 1.8 cm untuk *easting*, 1.2 cm untuk *northing* dan 2.7 cm untuk *height*.

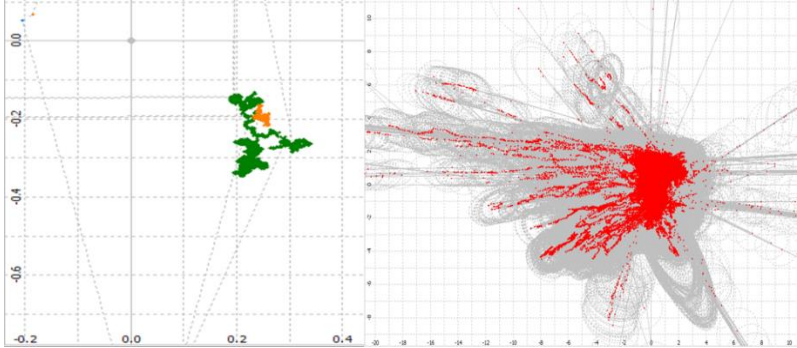
Gambar 4.37 *Single position* dan *RTK* Perdetik K706

Dari gambar diatas menunjukkan sebaran titik pengamatan statik dari alat K706.

Tabel 4.15 Hasil koordinat BX316 *SPP* dan *RTK CSBY*

CORS Surabaya		Easting(m)	Northing(m)	Height(m)	STD	Easting(m)	Northing(m)	Height(m)
BX316	RTK	690796.806	9175281.157	35.056		0.008	0.007	0.023
	Single	690796.169	9175280.174	38.238		2.476	1.268	5.197

Untuk pengamatan *RTK* dan *Single Position* menggunakan BX316, menunjukkan standar deviasi yang dihasilkan oleh BX316 metode *RTK* lebih bagus dari pada saat menggunakan metode *single position* yaitu dengan nilai 8 mm untuk *easting*, 7 mm untuk *northing* dan 2.3 cm untuk *height*.



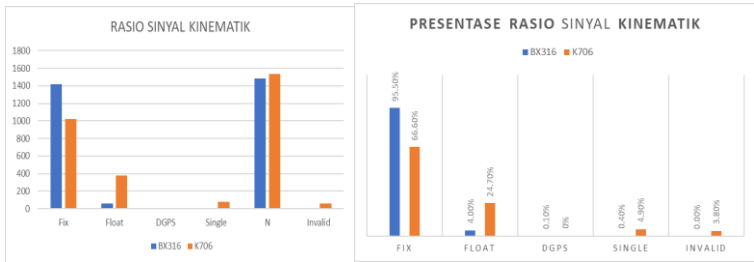
Gambar 4.38 Single position dan RTK Perdetik BX316

Dari gambar diatas menunjukkan sebaran titik pengamatan statik dari alat BX316.

Dari penyajian data tersebut membuktikan kualitas data dari BX316 yang memiliki harga lebih mahal lebih baik K706 dengan harga yang lebih murah.

4.12 Rasio Sinyal Pada Trajectory

Pada saat melakukan pengukuran untuk membuat jalan/kinematik didapatkan rasio ping sebagai berikut:



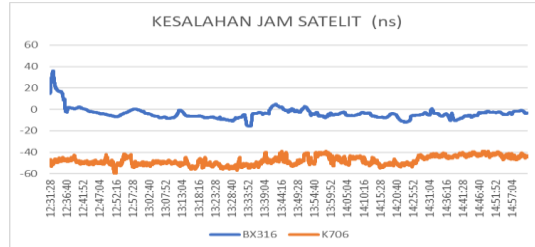
Gambar 4.39 Rasio sinyal kinematik

Dari data yang telah didapatkan Tersus BX316 lebih baik dari pada Comnav K706 Oem Board, terlihat dari rasio perbandingan *fix* dan *float* yang dihasilkan oleh kedua alat tersebut, Tersus BX316 lebih banyak menghasilkan rasio sinyal *fix* dari pada Comnav K706 Oem Board.

Dari hasil tersebut dapat dianalisa, untuk BX316 dengan harga yang lebih mahal memiliki kualitas data yang lebih baik dari pada K706.

4.13 Kesalahan Jam Satelit

Nilai kesalahan jam satelit pada saat melakukan pengamatan yang berbeda disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:

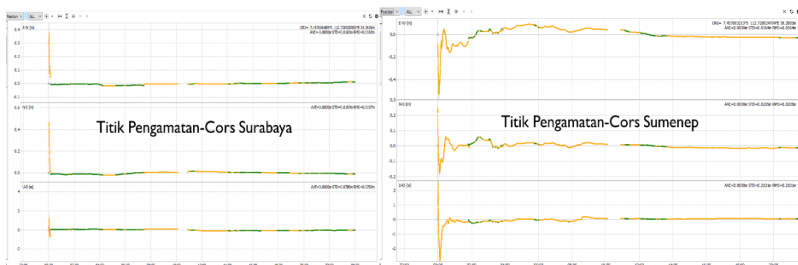


Gambar 4.40 Nilai Kesalahan Jam satelit

Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan untuk nilai kesalahan jam satelit BX316 pada saat pengamatan menit pertama diangka 20 ns sampai 40 ns, sedangkan untuk K706 diangka -60 sampai -40 ns pada menit pertama pengamatan. Bentuk kesalahannya dapat berupa bentuk *offset* waktu, *offset* frekuensi, maupun *frequency drift*. Kesalahan jam ini akan langsung mempengaruhi ukuran jarak, baik pseudorange maupun jarak fase.

4.14 Ketelitian *Baseline*

Berikut disajikan data hasil dari perbedaan *baseline* yang digunakan.



Gambar 4.41 Ketelitian *baseline* K706

Untuk K706 ketelitian baseline yang diperoleh, untuk pengikatan ke *CORS* surabaya lebih bagus dibandingkan dengan diikatkan ke *CORS* Sumenep.



Gambar 4.42 Ketelitian *baseline* BX316

Untuk BX316 ketelitian baseline yang diperoleh, untuk pengikatan ke *CORS* surabaya lebih bagus dibandingkan dengan diikatkan ke *CORS* Sumenep.

Pada uji coba ini membuktikan hasil kualitas data yang diperoleh dengan menggunakan jarak *CORS* yang berbeda menunjukkan kualitas data dari pengikatan ke *CORS* Surabaya lebih bagus karena lebih dekat dengan titik pengamatan. Untuk kualitas data yang didapatkan BX316 lebih baik dari K706 dilihat dari data *fix* yang didapatkan, membuktikan kualitas data sebanding dengan harga produk.

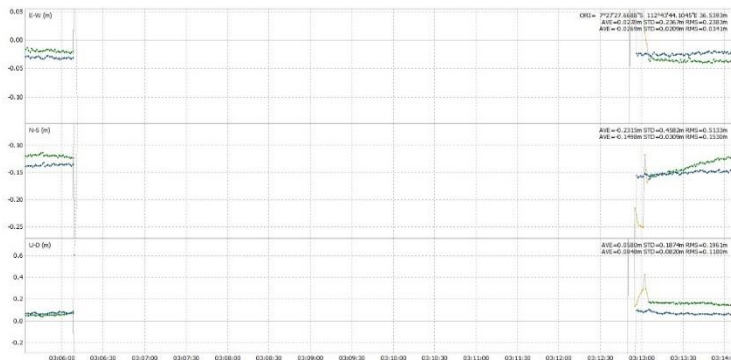
4.15 KECEPATAN KEMBALI KE *FIX*

Pada saat dilakukan pengukuran peneliti mencoba untuk melepaskan sambungan kabel dari *receiver* ke antena dalam beberapa waktu lalu disambungkan kembali. Hal ini bertujuan untuk melihat kecepatan *receiver* untuk kembali ke sinyal *fix*. Data disajikan sebagai berikut:



Gambar 4.43 Kecepatan kembali ke fix percobaan ke-satu

Dari hasil yang didapatkan menunjukkan titik biru adalah sinyal *fix* dari Tersus BX316 dan titik hijau adalah sinyal *fix* dari Comnav K706 *Oem Board*. Untuk percobaan pertama menghasilkan Tersus BX316 lebih cepat menangkap Kembali sinyal *fix* dari pada Comnav K706 *Oem Board*.



Gambar 4.44 Kecepatan kembali ke fix percobaan ke-dua

Dari hasil yang didapatkan menunjukkan titik biru adalah sinyal *fix* dari Tersus BX316 dan titik hijau adalah sinyal *fix* dari Comnav K706 *Oem Board*. Untuk percobaan kedua menghasilkan Tersus BX316 lebih cepat menangkap Kembali sinyal *fix* dari pada Comnav K706 *Oem Board*.

Dari hasil uji coba yang dilakukan membuktikan kualitas dari BX316 lebih baik dari K706 karena harganya yang lebih mahal.

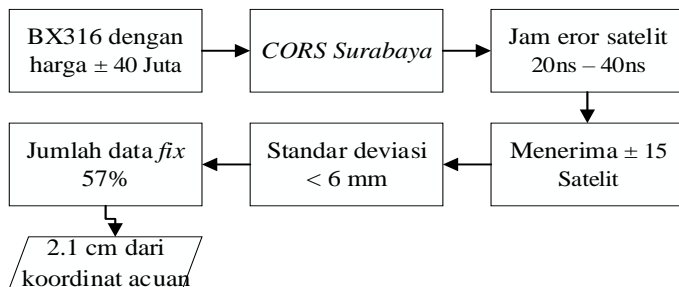
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

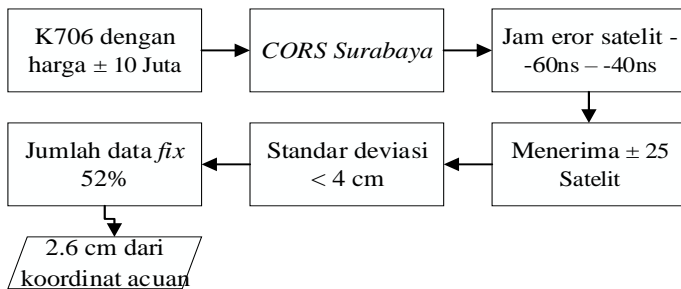
1. Didapatkan hasil analisa koordinat pengamatan dari GNSS Comnav K706 dan GNSS Tersus BX316 terhadap GNSS Stonex S800 (acuan) belum diterima karena belum memenuhi SNI JKH 2002 yang menyatakan untuk nilai kedekatan koordinat survey dengan koordinat acuan harus ≤ 3 mm. Sementara dari hasil yang didapatkan BX316 memiliki nilai kedekatan 2.1 cm dari titik acuan dan K706 memiliki nilai kedekatan 2.6 cm dari titik acuan.
2. Didapatkan hasil analisa bahwa GNSS *low-cost* terbukti dapat digunakan seperti GNSS geodetik dengan hasil uji statistik (uji T), dari 12 sampel untuk koordinat K706 diterima 6 sampel dan untuk koordinat BX316 dari 12 sampel diterima 6 sampel.
3. Didapatkan hasil analisa untuk titik ikat menggunakan *CSBY* lebih bagus hasil datanya dari pada diikatkan ke *CORS* yang lain dengan hasil data seperti:



Gambar 5.1 diagram hasil BX316

- a) GNSS BX316 dengan harga ± 40 juta dapat menerima sinyal satelit sebanyak ± 15 satelit dengan nilai standar deviasi yang dihasilkan < 6 mm dengan data *fix* yang dihasilkan sebanyak 57%

dari keseluruhan data pengamatan dengan hasil kesalahan jam satelit diangka 20ns – 40ns pada menit awal pengamatan dengan pendekatan nilai koordinat dengan jarak 2.1 cm dari koordinat acuan, dan saat menggunakan metode *RTK* didapatkan hasil standar deviasi perdetik dengan nilai < 5 mm/s.



Gambar 5.2 diagram hasil K7066

- b) GNSS K706 dengan harga ± 10 juta dapat menerima sinyal satelit sebanyak ± 25 satelit dengan nilai standar deviasi yang dihasilkan < 4 cm dengan data *fix* yang dihasilkan sebanyak 52% dari keseluruhan data pengamatan dengan hasil kesalahan jam satelit diangka -60ns – -40ns pada menit awal pengamatan dengan pendekatan nilai koordinat dengan jarak 2.6 cm dari koordinat acuan, dan saat menggunakan metode *RTK* didapatkan hasil standar deviasi perdetik dengan nilai < 6 mm/s.

Dari uraian tersebut maka terbukti GNSS *low-cost* memiliki kualitas yang sebanding dengan harga pembelian produk.

5.2 Saran

Saran untuk tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menambahkan jumlah titik pengukuran yang berbeda, dan memiliki situasi lingkungan yang berbeda.
2. Menambahkan beberapa analisis pengukuran yang belum dilakukan pada penelitian ini.
3. Menyiapkan pendingin/kipas dan sejenisnya agar alat tidak cepat panas saat digunakan, karena jika alat panas maka akan mempengaruhi kinerja alat.
4. Melakukan pengolahan data dengan menggunakan *software* ilmiah seperti GAMIT.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z. Jones, A., Kahar, J. 2002. *Survei Dengan GPS*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita. Second Edition.
- Abidin, H. Z. 2006. *Penentuan Posisi Dengan GPS dan Aplikasinya*. PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Abidin, H. Z. 2007. *Penentuan Posisi Dengan GPS dan Aplikasinya*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita. Third edition.
- Badan Standardisasi Nasional. 2002. *Standar Nasional Indonesia Jaring kontrol horizontal*.
- ComNav Technology Ltd 2016. *ComNav OEM Board reference manual*. CNT-OEM-RM001, Rev 1.5. Shanghai.
- El-Rabbany, Ahmed. 2002. *Introduction to GPS: the global positioning system*. Artech House mobile communications series
- Fatikunada. 2019. *Analisis Perbandingan Ketelitian Pada GPS Geodetik Topcon Hiperpro dan GNSS K706 Oem Board (Studi Kasus: Surabaya)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- FRP, U.S. 1999. *Federal Radionavigation Plan*.
- Department of Defense U.S. 2020. *Global Positioning System Standard Positioning Service Performance Standard*. 5th Edition.
- Hoffmann-Wellenhof, B., H. Lichtenegger, and J. Collins. 1994. *Global Positioning System: Theory and Practice*. 3rd ed., New York: Springer-Verlag.
- Kleusberg, A., and R. B. Langley. 1990. *The Limitations of GPS*. GPS World. Vol. 1, No. 2, pp. 50-52.
- Langley, R. B. 1990. *Why Is the GPS Signal So Complex?*. GPS World. Vol. 1, No. 3, pp. 56-59.
- Langley, R. B. 1993. *The GPS Observables*. GPS World. Vol. 4, No. 4, April, pp. 52-59
- Langley, R. B. 1998. *RTK GPS*. GPS World. Vol. 9, No. 9, pp. 70-76.
- Langley, R. B. 1993. *Communication Links for DGPS*. GPS World. Vol. 4, No. 5, pp. 47-51.

- Michael, Edward and Gordon Gracie. 1981. *Analysis Adjustment of Survey Measurement*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- Muharrem, K., Sait M. S., and Serap Gorucu. 2008. *Evaluation of a Low-Cost GPS Receiver for Precision Agriculture Use in Adana Province of Turkey*. Department of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture, Mustafa Kemal University and Department of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture, Çukurova University.
- Putra, J. 2019. *Analisis Tingkat Ketelitian Pengolahan Pengamatan GNSS Menggunakan Low-Cost GPS U-Blox Dan GPS Geodetik (Studi Kasus: M8t)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Pacific Crest Corporation. 2000. *The Guide to Wireless GPS Data Links*.
- Robert, O., and Peter J. G. Teunissen. 2017. *Low-cost, high-precision, single-frequency GPS–BDS RTK positioning*. Verlag Berlin Heidelberg.
- Sugiyono. 2006. *Statistik untuk Penelitian Cetakan ke-17*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Shaw, M., K. Sandhoo, and D. Turner. 2000. *Modernization of the Global Positioning System*. GPS World. Vol. 11, No. 9, pp. 36-44.
- Skoglund, M., Petig, T., Vedder, B., Eriksson, H., Schiller, E, M. 2016. *Static and Dynamic Performance Evaluation of Low-Cost RTK GPS Receivers*. Published in IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV). Gothenburg, Sweden.
- Tomas, B., Richard, B. L., Sunil, B., Luis, S. 2007. *High-Accuracy Point Positioning with Low-Cost GPS Receivers: How Good Can It Get?*. Geodetic Research Laboratory, Department of Geodesy and Geomatics Engineering University of New Brunswick, Fredericton, New Brunswick, Canada Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Cambridge, Massachusetts, U.S.A.
- Yuwono, Eko, Y. H., Cahyadi, M. N., Rahmadiansah, A. 2019. *Assessment of the Single Frequency Low Cost GPS RTK*

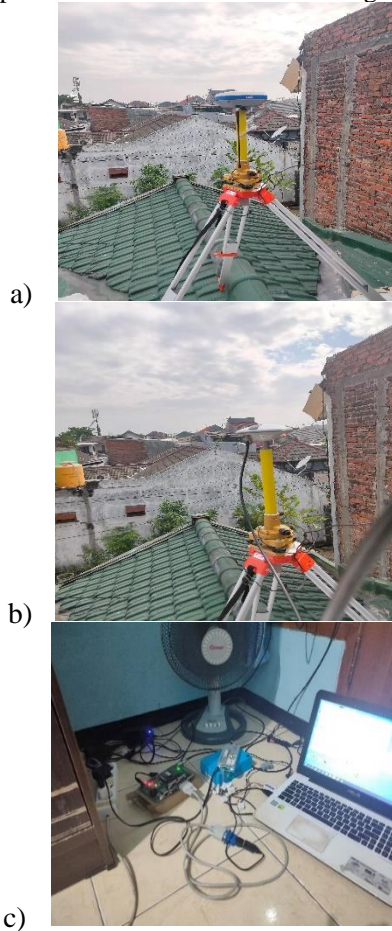
Positioning. Department of Geomatics Engineering,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 60111,
Indonesia

Wells, D. E., et al. 1987. *Guide to GPS Positioning*. Fredericton,
New Brunswick: Canadian GPS Associates.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1 Letak Posisi Alat Saat Pengamatan



- a) Posisi antenna Stonex S800 saat pengambilan data.
- b) Posisi antenna CNTAT 330, antenna dari K706 dan BX316 saat pengambilan data.
- c) Posisi alat K706 dan BX316 saat pengambilan data.

Lampiran 2 Pengaturan Alat Saat Akan Melakukan Pengamatan
Kinematik



a)



b)

- a) Posisi penempatan alat BX316 dan K706 saat melakukan pengukuran metode kinematik.
- b) Posisi antena CNTAT 330 saat melakukan pengukuran metode kinematik.

Lampiran 3 Pengaturan Data *Log* Pada Alat Saat Akan Melakukan Pengamatan

```
1 unlogall com1
2 interfacemode compass compass on
3 fix none
4 refautosetup off
5 rtkobsmode 0
6 rtkquality normal
7 set pvtfreq 2
8 set rtkfreq 2
9 log com1 gpgga ontime 1 0 nohold
10 log com1 gprmc ontime 1 0 nohold
11 log com1 gpgst ontime 1 0 nohold
12 log com1 gpgsv ontime 1 0 nohold
13 log com1 rtcml005b ontime 1
14 log com1 rtcml074b ontime 1
15 log com1 rtcml084b ontime 1
16 log com1 rtcml124b ontime 1
17 log com1 rtcml019b ontime 2
18 log com1 rtcml020b ontime 2
19 interfacemode com1 auto auto on
20 set emmc on
21 saveconfig
22
```

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Mochammad Rizki Ubaidillah, penulis lahir di Kediri pada tanggal 19 Oktober 1997 dan merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal di PG/TK Aisyiyah Bustanul Athfal 1 Pucanganom Sidoarjo, SDN Pucang Anom Sidoarjo, SMPN 3 Sidoarjo, dan SMAN 3 Sidoarjo. Setelah lulus dari SMA pada tahun 2016 penulis melanjutkan pendidikan perguruan tinggi di program studi Teknik

Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Selama masa perkuliahan pada bidang non-akademik penulis pernah menjadi bagian dari organisasi islam tingkat jurusan yaitu GIS di Teknik Geomatika ITS pada tahun 2017 sebagai anggota dibidang syiar, pada tahun 2019 penulis menjadi wakil ketua HIMAGE-ITS. Penulis juga pernah mengikuti beberapa pelatihan seperti LKMM Pra-TD FTSP 2016. Di tahun 2019 penulis melakukan kerja praktik di KJSKB Masykur dan Rekan di Kota Malang. Dalam Penelitian tugas akhir, penulis mengambil judul “Analisis perbandingan ketelitian GNSS *low-cost Oem board K706* Dan GNSS *low-cost Tersus Bx316* (Studi Kasus: Kelurahan Bulusidokare Kabupaten Sidoarjo)”.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”