TUGAS AKHIR – RG141536

ANALISIS AKURASI PENENTUAN POSISI RECEIVER HI TARGET V30 BERDASARKAN PENGGUNAAN SATELIT GPS, GLONASS, DAN BEIDOU

WAHYU RISTANTO
NRP 03311440000069

Dosen Pembimbing
Khomsin , S.T., M.T
Ira Mutiara Anjasmara , S.T., M.Phil,Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

FINAL ASSIGNMENT – RG141536

ANALYSIS POSITIONING ACCURACY WITH HI TARGET V30 RECEIVER BASED ON THE USE OF GPS, GLONASS, AND BEIDOU SATELLITE

WAHYU RISTANTO
NRP 03311440000069

Supervisor
Khomsin , S.T., M.T
Ira Mutiara Anjasmara , S.T., M.Phil,Ph.D

DEPARTMENT OF GEOMATICS ENGINEERING
Faculty of Civil, Enviromental, and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabava 2018

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

ANALISIS AKURASI PENENTUAN POSISI *RECEIVER* HI TARGET V 30 BERDASARKAN PENGGUNAAN SATELIT GPS, GLONASS DAN BEIDOU

Nama Mahasiswa : Wahyu Ristanto
NRP : 03311440000069
Departemen : Teknik Geomatika FTSLK-ITS
Dosen Pembimbing : 1. Khomsin , S.T., M.T
2. Ira M. Anjasmara, S.T., M.Phil,Ph.D

ABSTRAK

Global Satellite Navigation System merupakan suatu istilah yang digunakan untuk mencakup seluruh sistem satelit navigasi global yang sudah beroperasi ataupun sedang dalam perencanaan. Sistem navigasi satelit global ini beberapa diantaranya yaitu GPS, GLONASS, dan BeiDou. Penggunaan GNSS sangat membantu dalam penentuan posisi saat ini. Salah satu faktor yang mempengaruhi pengukuran GNSS yaitu geometri satelit. Hal ini dipengaruhi oleh banyak sedikitnya sinyal satelit yang dapat diterima oleh *receiver*. Kesalahan akibat kurang kuatnya geometri satelit saat pengambilan data, secara teoritis dapat teratasi dengan kemajuan teknologi receiver yang mampu menangkap berbagai sinyal satelit. Hi Target V30 adalah salah satu receiver GNSS yang mampu menangkap berbagai sinyal satelit secara bersamaan, diantaranya sinyal satelit GPS, GLONASS dan BeiDou, dengan semakin banyaknya sinyal satelit yang dapat diterima diharapkan dapat meningkatkan akurasi dari penentuan posisi.

Dalam penelitian ini akan dilakukan perbandingan akurasi dari pengukuran GNSS berdasarkan penggunaan satelit GPS, GLONASS, dan BEIDOU sehingga dapat diketahui kombinasi manakah yang dapat menghasilkan akurasi terbaik. Berdasarkan

penelitian ini diketahui bahwa penggunaan dari satelit BeiDou tidak terlalu memberi pengaruh terhadap satelit GPS, akan tetapi penggunaan satelit BeiDou menambah ketelitian dari satelit GLONASS. Penggunaan kombinasi satelit GPS + GLONASS + BeiDou dan GPS + GLONASS menghasilkan ketelitian yang paling tinggi dengan nilai RMS *error* maksimal 0,019 m, sedangkan penggunaan satelit GLONASS saja, menghasilkan ketelitian yang paling rendah diantara strategi yang digunakan dengan nilai RMS *error* maksimal 0,585 m.

Kata Kunci : *Global Navigation Satellite System*, Akurasi, Penentuan Posisi, Satelit.

ANALYSIS POSITIONING ACCURACY WITH HI TARGET V30 RECEIVER BASED ON THE USE OF GPS, GLONASS, AND BEIDOU SATELLITE

Student's Name : Wahyu Ristanto
NRP : 03311440000069
Department : Teknik Geomatika FTSLK-ITS
Adviser : 1. Khomsin , S.T., M.T
2. Ira M. Anjasmara, S.T., M.Phil,Ph.D

Abstract

Global Navigation Satellite System is a term used for the whole global navigation satellite system that already operate or are in the planning. Some of them namely GPS, GLONASS, and BeiDou. Today, the use of GNSS are helpful in determining position. One factor that affect the GNSS observation accuracy is satellite geometry. It is influenced by how many satellite signal s that can be received by the receiver. Theoretically, errors due to less powerful satellite geometry when data retrieval, can be resolved by advance receiver technology that able to capture more satellite signals. Hi-Target V30 is one of GNSS receivers that able to receive GPS, GLONASS and BeiDou signals, by receiving more satellite signals it is expected to improve the accuracy of positioning.

The aim of study is to compare accuracies of GNSS observations based on the use of GPS, GLONASS, and BEIDOU satellites, so it can be known which combinations can produce the best accuracy. The result showed that the use of BEIDOU satellite has not significant effect on the GPS satellites, but will increase the accuracy of the GLONASS satellite. The use of GPS + GLONASS + BEIDOU and GPS + GLONASS satellite combination provide the best accuracy with maximum RMS error value of 0.019 m. On

the other hand, the use of GLONASS satellite alone give the worst accuracy among the strategies with maximum RMS error value of 0.585 m.

Keyword – Global Navigation Satellite System, Accuracy, positioning, satellite

LEMBAR PENGGESAHAN

ANALISIS AKURASI PENENTUAN POSISI *RECEIVER* HI TARGET V 30 BERDASARKAN PENGGUNAAN SATELIT GPS, GLONASS DAN BEIDOU

TUGAS AKHIR

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

Oleh :
Wahyu Ristanto
Nrp. 03311440000069

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Khomsin, ST, MT ( )
   NIP. 19750705 200012 1 001

2. Ira M. Anjasmara, S.T., M.Phil,Ph.D ( )
   NIP. 19781231 200212 2 001

SURABAYA, JULI 2018

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas nikmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul "Analisis Akurasi Penentuan Posisi *Receiver* Hi Target V 30 berdasarkan Penggunaan Satelit GPS, GLONASS dan BEIDOU".

Laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan berkat bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan saudara penulis yang selalu mendukung dan mendoakan penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir.
2. Bapak Khomsin S.T., M.T., dan Ira Mutiara Anjasmara, S.T., M.Phil,Ph.D., selaku dosen pembimbing penulis yang senantiasa memberikan bimbingan kepada penulis.
3. PT. Geosolution Ptranama Nusantara dan Bapak Akbar Kurniawan S.T., M.T yang telah bersedia meminjamkan alat untuk pengambilan data tugas akhir.
4. Achmad, Rizky, Rizha, Pangestu, Kiki, Rastra, Wiki, Kevin, Ryan, Yurike, Nindy, dan Romadina atas bantuannya dalam pengambilan data.
5. Istiqomah yang selalu memberi dukungan dan semangat dalam pengerjaan tugas akhir.
6. Angkatan G16, teman-teman B17, dan angkatan 2014 Departemen Teknik Geomatika ITS atas bantuan selama kuliah dan dalam penyusunan laporan tugas akhir.
7. Staf dan karyawan tata usaha Departemen Teknik Geomatika ITS yang telah membantu dalam kelancaran proses berkas tugas akhir.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang penulis tidak dapat sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan masukan untuk mengembangkan penelitian ini untuk menjadi lebih baik.

Akhir kata, semoga Allah SWT memberikan kemudahan kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir. Semoga laporan tugas akhir ini memberikan tambahan wawasan serta manfaat yang besar bagi pembaca.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
ABSTRAK v
LEMBAR PENGESAHAN.....ix
KATA PENGANTAR..... xi
DAFTAR ISI xiii
DAFTAR GAMBAR xvii
DAFTAR TABEL xix
DAFTAR LAMPIRAN xxiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan Tugas Akhir 3
1.5 Manfaat Tugas Akhir 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Global Navigation Satellite System (GNSS) ..5
2.2 Segmen GNSS 6
2.3 *Global Positioning System* (GPS) 7
2.4 Global Navigation Satellite System (GLONASS) 9
2.5 BEIDOU Navigation Satellite System 10
2.6 Ketelitian dan kesalahan GPS 11

2.7 Bias Ionosfer 14
2.8 Bias Troposfer.....15
2.9 Metode, Lama Pengamatan dan Prinsip Pengukuran GPS 17
2.10 Geometri Jaring.....20
2.11 Penelitian Sebelumnya.....21
2.12 Topcon Tools v8.2 22
2.13 Hi Target Geomatics Office.....22
2.14 Prosedur pengukuran GPS 23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 25
3.1 Lokasi Penelitian.....25
3.2 Data Dan Peralatan 25
3.2.1 Data 25
3.2.2 Peralatan.....26
3.3 Tahapan Penelitian.....28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....35
4.1 Hasil Perhitungan Posisi 35
4.2 Hasil dan Analisis Perbandingan Nilai RMS *ERROR*.....51
4.3 Hasil dan Analisis Perbandingan Koordinat Pengolahan.....70
4.4 Analisis Panjang *Baseline*.....105
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 109
5.1 Kesimpulan 109
5.2 Saran 110

DAFTAR PUSTAKA.....111
LAMPIRAN 113
BIODATA PENULIS 137

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR GAMBAR

Gambar. 2.1 Segmen GNSS 7
Gambar. 2.2 Prinsip dasar penentuan Posisi dengan GPS 8
Gambar. 2.3 Metode Penentuan Posisi *Differential* 19
Gambar. 2.4 Metode jaringan dan metode radial 21
Gambar. 3.1 Lokasi Penelitian 25
Gambar. 3.2 Receiver Hi Target V30 (Hi Target 2018).....26
Gambar. 3.3 Diagaram Alir Penelitian.....29
Gambar. 3.4 Desain Pengukuran penelitian 30
Gambar. 3.5 Diagram Alir Pengolahan Data.....32
Gambar. 4.1 Konfigurasi *baseline*.....35
Gambar. 4.2 BM ITS 01.....36
Gambar. 4.3 Horizontal RMS *baseline* 1 KM.....51
Gambar. 4.4 Vertikal RMS *baseline* 1 KM.....52
Gambar. 4.5 (a) sinyal satelit pengolahan GLONASS + BEIDOU , (b) sinyal Satelit pengolahan GPS..54
Gambar. 4.6 Horizontal RMS *baseline* 5 KM.....56
Gambar. 4.7 Vertikal RMS *baseline* 5 KM.....57
Gambar. 4.8 Sinyal Satelit pengolahan GLONASS + BEIDOU.....58
Gambar. 4.9 Horizontal RMS *baseline* 10 KM.....60
Gambar. 4.10 Vertikal RMS *baseline* 10 KM.....61
Gambar. 4.11 Horizontal RMS *baseline* 15 KM.....63
Gambar. 4.12 Vertikal RMS *baseline* 15 KM.....64
Gambar. 4.13 Horizontal RMS *baseline* 20 KM.....66
Gambar. 4.14 Vertikal RMS *baseline* 20 KM.....67
Gambar. 4.15 Sinyal Satelit pengolahan GLONASS + BEIDOU.....68
Gambar. 4.16 Maksimal RMS *Error*.....70
Gambar. 4.17 Selisih Koordinat Satelit GPS + BEIDOU dengan Satelit GPS + GLONASS + BEIDOU 100

Gambar. 4.18 Selisih Koordinat GLONASS + BEIDOU dengan GPS + GLONASS + BEIDOU Titik A1 – B4. 101
Gambar. 4.19 Selisih Koordinat GLONASS + BEIDOU dengan GPS + GLONASS + BEIDOU Titik C1 –E4..... 102
Gambar. 4.20 Selisih Koordinat GPS dengan GPS + GLONASS + BEIDOU 103
Gambar. 4.21 Selisih Koordinat GLONASS dengan GPS + GLONASS + BEIDOU Titik A1 – A4, B1 – B4, dan C1 – C4 104
Gambar. 4.22 Selisih Koordinat GLONASS dengan GPS + GLONASS + BEIDOU Titik D1 – D4 dan E1 – E4 104
Gambar. 4.23 Minimal Nilai RMS *Error* berdasarkan Panjang *baseline*..... 106
Gambar. 4.24 Rata – rata Nilai RMS *Error* berdasarkan Panjang *baseline*..... 107
Gambar. 4.25 (a) Lokasi Titik C3, (b) Lokasi Titik D3, dan (c) Lokasi Titik E3 108

DAFTAR TABEL

Tabel. 2.1 Faktor dan parameter yang mempengaruhi ketelitian penentuan posisi dengan GPS 12
Tabel. 2.2 Metode dan Lama Waktu Pengamatan terhadap Panjang *Baseline* 20
Tabel. 2.3 Spesifikasi Teknis metode dan Strategi Pengamatan Jaring Titik kontrol Geodetik Orde-00 s/d Orde-4 .. 23
Tabel. 3.1 Spesifikasi Hi Target V30 26
Tabel. 4.1 Koordinat BM ITS 01 36
Tabel. 4.2 Panjang *Baseline* 37
Tabel. 4.3 RMS *error* Hasil Pengolahan Satelit GPS + GLONASS + BEIDOU 38
Tabel. 4.4 Koordinat Hasil Pengolahan Satelit GPS + GLONASS + BEIDOU 39
Tabel. 4.5 RMS *error* Hasil Pengolahan Satelit GPS + GLONASS 40
Tabel. 4.6 Koordinat Hasil Pengolahan Satelit GPS + GLONASS 41
Tabel. 4.7 RMS *error* Hasil Pengolahan Satelit GPS + BEIDOU 42
Tabel. 4.8 Koordinat Hasil Pengolahan Satelit GPS + BEIDOU 43
Tabel. 4.9 RMS *error* Hasil Pengolahan Satelit GLONASS + BEIDOU 45
Tabel. 4.10 Koordinat Hasil Pengolahan Satelit GLONASS + BEIDOU 46
Tabel. 4.11 RMS *error* Hasil Pengolahan Satelit GPS 47
Tabel. 4.12 Koordinat Hasil Pengolahan Satelit GPS 48
Tabel. 4.13 RMS *error* Hasil Pengolahan Satelit GLONASS 49
Tabel. 4.14 Koordinat Hasil Pengolahan Satelit GLONASS 50
Tabel. 4.15 Toleransi *Baseline* 1 KM 55

Tabel. 4.16 Toleransi *Baseline* 5 KM.....59
Tabel. 4.17 Toleransi *Baseline* 10 KM.....62
Tabel. 4.18 Toleransi *Baseline* 15 KM.....65
Tabel. 4.19 Toleransi *Baseline* 20 KM.....68
Tabel. 4.20 Selisih Koordinat *Northing Baseline* A1.....71
Tabel. 4.21 Selisih Koordinat *Easting Baseline* A1.....72
Tabel. 4.22 Selisih Koordinat *Northing Baseline* A2.....73
Tabel. 4.23 Selisih Koordinat *Easting Baseline* A2.....73
Tabel. 4.24 Selisih Koordinat *Northing Baseline* A3.....74
Tabel. 4.25 Selisih Koordinat *Easting Baseline* A3.....75
Tabel. 4.26 Selisih Koordinat *Northing Baseline* A4.....75
Tabel. 4.27 Selisih Koordinat *Easting Baseline* A4.....76
Tabel. 4.28 Selisih Koordinat *Northing Baseline* B1.....77
Tabel. 4.29 Selisih Koordinat *Easting Baseline* B1.....78
Tabel. 4.30 Selisih Koordinat *Northing Baseline* B2.....78
Tabel. 4.31 Selisih Koordinat *Easting Baseline* B2.....79
Tabel. 4.32 Selisih Koordinat *Northing Baseline* B3.....80
Tabel. 4.33 Selisih Koordinat *Easting Baseline* B3.....80
Tabel. 4.34 Selisih Koordinat *Northing Baseline* B4.....81
Tabel. 4.35 Selisih Koordinat *Easting Baseline* B4.....82
Tabel. 4.36 Selisih Koordinat *Northing Baseline* C1.....83
Tabel. 4.37 Selisih Koordinat *Easting Baseline* C1.....83
Tabel. 4.38 Selisih Koordinat *Northing Baseline* C2.....84
Tabel. 4.39 Selisih Koordinat *Easting Baseline* C2.....85
Tabel. 4.40 Selisih Koordinat *Northing Baseline* C3.....86
Tabel. 4.41 Selisih Koordinat *Easting Baseline* C3.....86
Tabel. 4.42 Selisih Koordinat *Northing Baseline* C4.....87
Tabel. 4.43 Selisih Koordinat *Easting Baseline* C4.....88
Tabel. 4.44 Selisih Koordinat *Northing Baseline* D1.....89
Tabel. 4.45 Selisih Koordinat *Easting Baseline* D1.....89
Tabel. 4.46 Selisih Koordinat *Northing Baseline* D2.....90
Tabel. 4.47 Selisih Koordinat *Easting Baseline* D2.....91
Tabel. 4.48 Selisih Koordinat *Northing Baseline* D3.....92

Tabel. 4.49 Selisih Koordinat *Easting Baseline* D3 92
Tabel. 4.50 Selisih Koordinat *Northing Baseline* D4 93
Tabel. 4.51 Selisih Koordinat *Easting Baseline* D4 93
Tabel. 4.52 Selisih Koordinat *Northing Baseline* E1 94
Tabel. 4.53 Selisih Koordinat *Easting Baseline* E1 95
Tabel. 4.54 Selisih Koordinat *Northing Baseline* E2 95
Tabel. 4.55 Selisih Koordinat *Easting Baseline* E2 96
Tabel. 4.56 Selisih Koordinat *Northing Baseline* E3 97
Tabel. 4.57 Selisih Koordinat *Easting Baseline* E3 97
Tabel. 4.58 Selisih Koordinat *Northing Baseline* E4 98
Tabel. 4.59 Selisih Koordinat *Easting Baseline* E4 98

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR LAMPIRAN

Foto Dokumentasi 113
Form pengukuran 116

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

GNSS (*Global Satellite Navigation System*) merupakan suatu istilah yang digunakan untuk mencakup seluruh sistem satelit navigasi global yang sudah beroperasi ataupun sedang dalam perencanaan. Sistem navigasi satelit global ini beberapa diantaranya yaitu GPS, GLONASS, dan BEIDOU. Penggunaan GNSS menjadikan survei *extra-terrestrial* menjadi lebih mudah dan ketelitian yang didapat juga dapat ditingkatkan.

Pada dasarnya GPS dapat digunakan setiap saat tanpa bergantung waktu dan cuaca. GPS dapat digunakan baik pada siang maupun malam hari, dalam kondisi cuaca yang buruk sekalipun seperti hujan ataupun kabut (Abidin 2001). Karena karakteristiknya ini maka penggunaan GPS dapat meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas dari pelaksanaan aktivitas-aktivitas yang terkait dengan penentuan posisi. Kebutuhan akan ketelitian posisi titik yang tinggi sangat diperlukan dalam berbagai aplikasi. Ketelitian posisi yang didapat dari suatu survei GPS secara umum akan bergantung pada 4 (empat) faktor, yaitu: ketelitian data yang digunakan, geometri pengamatan, strategi pengamatan yang digunakan, dan strategi pengolahan data yang diterapkan (Abidin, Jones, dan Kahar 2011). Ketelitian data yang digunakan pada dasarnya akan bergantung pada 3 (tiga) faktor, yaitu: jenis data (*pseudorange* atau fase), kualitas dari *receiver* yang digunakan, serta level dari kesalahan dan bias yang mempengaruhi data pengamatan. Geometri pengamatan mencakup geometri pengamat (jaring) dan geometri satelit yang bergantung pada jumlah satelit, lokasi, dan distribusi satelit yang teramati. Secara teoritik semakin banyak jumlah satelit yang teramati, maka geometri satelit akan semakin baik.

Perkembangan teknologi receiver yang semakin canggih dapat mengatasi kesalahan akan kurang kuatnya geometri satelit saat pengambilan data (Izman dan Rudianto 2011). Hi Target V30 adalah salah satu receiver GNSS yang mampu menangkap sinyal satelit GPS, GLONASS dan BEIDOU. Dengan semakin banyaknya sinyal satelit yang dapat diterima diharapkan dapat meningkatkan akurasi dari penentuan posisi. Berdasarkan spesifikasi yang dimiliki oleh receiver Hi Target, akurasi yang dapat dihasilkan pada survei secara statik adalah 2,5 mm untuk ketelitian horizontal dan 5 mm untuk ketelitian Vertikal (Hi Target 2015)

Penelitian mengenai penggunaan satelit GNSS terhadap akurasi penentuan posisi sudah pernah dilakukan sebelumnya. Izman dan Rudianto (2011) melakukan penelitian mengenai penggunaan sinyal satelit GPS dan GLONASS terhadap ketelitian posisi. Gumilar, dkk (2016) melakukan penelitian mengenai penggunaan sinyal satelit GPS dan BEIDOU terhadap peningkatan akurasi posisi di Bandung. Pada kedua penelitian tersebut dilakukan pengukuran dengan menggunakan 2 kombinasi satelit yang berbeda untuk penentuan, akan tetapi kombinasi dengan menggunakan 3 satelit secara bersamaan tidak dilakukan. Pada penelitian ini akan dilakukan analisa perbandingan ketelitian dari penggunaan 3 kombinasi satelit GPS, GLONASS dan BEIDOU dengan receiver Hi Target V30 terhadap akurasi penentuan posisi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada tugas akhir ini meliputi:

1. Bagaimana akurasi pengukuran menggunakan *GNSS* Hi Target V30 berdasarkan satelit yang digunakan?
2. Bagaimana hasil perbandingan pengukuran GNSS Hi Target dengan menggunakan satelit GPS, GPS + GLONASS, GPS + BEIDOU dan GPS + GLONASS + BEIDOU?
3. Kombinasi satelit manakah yang menghasilkan akurasi terbaik?

1.3 Batasan Masalah

Batasan dari tugas akhir ini yaitu :

1. Alat yang digunakan yaitu *receiver* Hi Target V30
2. Penggunaan kombinasi satelit GPS, GLONASS dan BEIDOU
3. Metode pengamatan statik radial
4. Waktu pengamatan 1 jam
5. *Baseline* Pengukuran 1 Km, 5 Km, 10 Km, 15 Km, dan 20 Km

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Adapun Tujuan dari tugas akhir ini yaitu :

1. Mengetahui perbandingan akurasi pengukuran GNSS Hi Target V30 berdasarkan kombinasi satelit yang digunakan.
2. Mengetahui kombinasi satelit GNSS untuk mendapatkan ketelitian terbaik.
3. Mengetahui hasil kombinasi satelit berdasarkan jarak *baseline*

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah memberikan tingkat ketelitian pengukuran GNSS *receiver* Hi Target V30 dengan variasi Panjang *baseline* dan penggunaan sinyal satelit yang berbeda – beda sehingga dapat menjadi acuan dalam pengukuran GNSS *receiver* Hi Target V30 untuk pengadaan GCP ataupun kegiatan pemetaan lainnya.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Global Navigation Satellite System (GNSS)

Global Satellite Navigation System atau yang biasa dikenal dengan GNSS merupakan suatu istilah yang digunakan untuk mencakup seluruh sistem satelit navigasi global yang sudah beroperasi ataupun sedang dalam perencanaan. Prinsip utama dari GNSS yaitu pembentukan trilaterasi dari titik manapun di permukaan bumi terhadap satelit yang terjangkau (Lechner and Baumann 2000). Satelit navigasi mempunyai kemampuan untuk memberikan informasi tentang posisi lokasi geografis dan sinkronisasi waktu dalam penggunaan sinyal *real time* dari satelit navigasi yang mengorbit. Posisi yang ditentukan terdiri dari 4 (empat) dimensi yaitu bujur, garis lintang, ketinggian, dan waktu (Bakara 2011).

GNSS yang telah dan sedang dikembangkan antara lain yaitu (Bakara 2011):

1. *Global Positioning System (GPS)* milik Amerika Serikat yang secara efektif telah menyediakan layanan global.
2. *Global Navigation Satellite System (GLONASS)* milik Rusia yang juga telah menyediakan layanan global.
3. Galileo milik Eropa yang dikembangkan Uni Eropa bekerja sama dengan *European Space Agency (ESA).*
4. BEIDOU milik Cina.
5. *Indian Regional Navigation Satellite System* (IRNSS) dikembangkan oleh India, dan
6. *Quasi-Zenith System Satellite* (QZSS) dikembangkan oleh Jepang.

Negara – negara terus melengkapi dan meningkatkan kemampuan GNSS sehingga dapat digunakan oleh negara – negara di seluruh dunia. GNSS telah dimanfaatkan untuk tujuan militer, transportasi/angkutan, baik darat, laut, maupun udara, dan gunakan untuk penentuan geografis, pemantauan gunung berapi, penelitian dan yang lainnya.

2.2 Segmen GNSS

Segmen GNSS seperti yang terlihat pada Gambar. 2.1 dibangun oleh 3 (tiga) segmen, yaitu (NovAtel Inc 2015) :

a. Segmen angkasa (*space segment*)

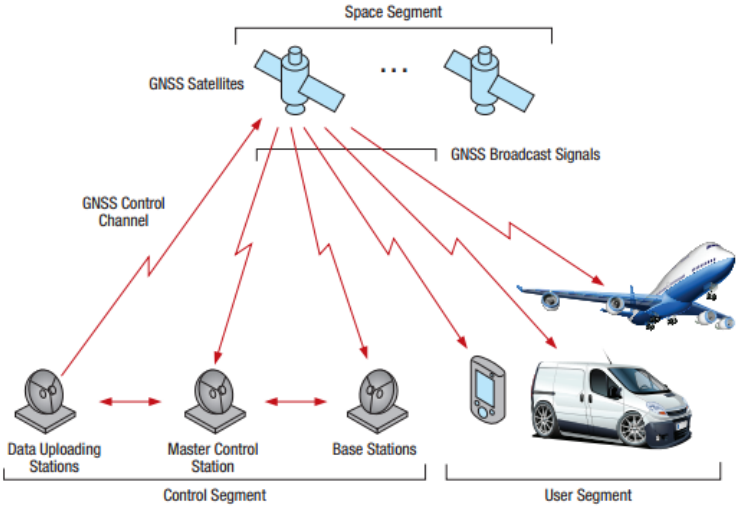
   Segmen angkasa terdiri dari satelit GNSS yang mengorbit sekitar 20.000 Km diatas bumi. Setiap GNSS memiliki konstelasi satelit masing – masing yang diatur dalam orbitnya agar dapat meliputi area yang diinginkan. Setiap konstelasi satelit GNSS menyiarkan sinyal yang mengidentifikan dan menyediakan waktu, orbit dan status.

b. Segmen kontrol (*control segment*)

   Segmen kontrol terdiri dari jaringan stasiun kontrol pusat, stasiun pengunggahan data, stasiun monitor; dalam kasus GPS, dua stasiun kontrol utama (satu primer dan satu cadangan), empat stasiun pengunggahan data, dan 16 stasiun monitor, berada di seluruh dunia. Di setiap sistem GNSS, stasiun kontrol pusat menyesuaikan parameter orbit satelit dan waktu presisi perekaman. Bila diperlukan untuk menjaga akurasi. Stasiun monitor biasanya dipasang pada area yang memiliki geografis yang luas, memantau status dan sinyal satelit, dan menyampaikan informasi ke stasiun kontrol pusat. Stasiun kontrol pusat menganalisis sinyal kemudian mentransmisikan koreksi orbit dan waktu ke satelit melalui stasiun pengunggahan data

c. Segmen pengguna (*user segment*)

Segmen pengguna terdiri dari peralatan yang memproses sinyal yang diterima satelit GNSS dan menggunakannya untuk memperoleh informasi lokasi dan waktu. Peralatan tersebut mulai dari *smartphone* dan *handheld* yang biasa digunakan oleh pendaki, sampai *receiver* canggih untuk aplikasi survei dan pemetaan tingkat tinggi.

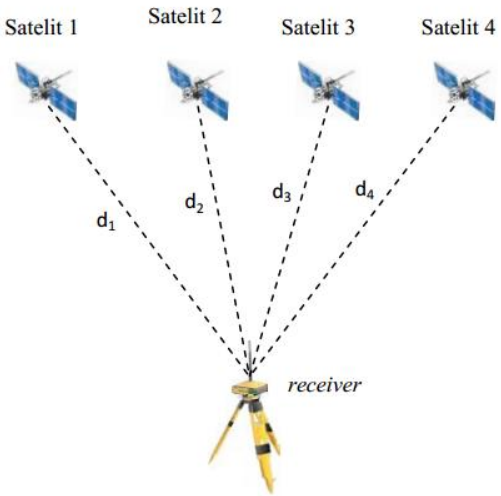


Gambar. 2.1 Segmen GNSS (NovAtel Inc 2015)

2.3 *Global Positioning System* (GPS)

Global Positioning System atau biasa dikenal dengan GPS adalah sistem satelit navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit. Sistem yang dapat digunakan oleh banyak sekaligus dalam segala cuaca, didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga dimensi yang teliti, dan juga informasi mengenai waktu, secara teliti di seluruh dunia (Abidin 2007).

Pada dasarnya konsep penentuan posisi dengan GPS adalah reseksi jarak, yaitu pengukuran jarak secara simultan ke beberapa satelit yang koordinatnya telah diketahui (Abidin 2007). Ilustrasi dari prinsip penentuan posisi dengan GPS dapat dilihat pada Gambar. 2.2 berikut.



Gambar. 2.2 Prinsip penentuan Posisi dengan GPS (NovAtel Inc)

GPS yang telah diluncurkan pada tahun 1978 merupakan suatu konstelasi yang terdiri dari 24 satelit pada 6 bidang orbit digunakan untuk menentukan setiap lokasi objek dan penentuan waktu di bumi secara akurat. GPS ini dikendalikan oleh Komando Antariksa Angkatan Udara Amerika Serikat. Di samping melayani keperluan militer Amerika Serikat, sistem ini juga telah melayani pengguna sipil secara global. Sistem GPS mampu memberikan informasi posisi lokasi dengan tingkat ketelitian dari meter hingga milimeter tergantung receiver dan metode yang digunakan dalam penggunaannya.

2.4 Global Navigation Satellite System (GLONASS)

Global navigation satellite system atau GLONASS adalah sistem satelit navigasi global milik Uni Soviet (Rusia) yang pengembangannya telah dimulai pada tahun 1976 (GLONASS, 2017). GLONASS mulai beroperasi pada tahun 1991 walaupun pengembangan konstelasi secara penuh terselesaikan tahun 1996. Satelit GLONÅSS terdiri dari konstelasi 24 satelit, dan sekarang sedang berada dalam tahap *recovery* karena umur beberapa satelit telah berakhir dan tidak layak beroperasi, dari jumlah konstelasi satelit tersebut, untuk sementara 7 satelit telah dimatikan, dan 17 satelit telah beroperasi (Kemppi 2007). Sistem satelit ini berada dalam 3 bidang orbit dimana kedudukan satu satelit dengan satelit lainnya terpisah dengan jarak 1200. Satelit beroperasi pada ketinggian 19.100 Km di atas permukaan bumi dengan inklinasi 64.80 dan siklus perputaran satelit mengelilingi Bumi 11 jam 15 menit (GLONASS 2018).

Stasiun pengendali GLONÅSS seluruhnya ditempatkan di Uni Soviet (Rusia). Pusat pengendalian di darat berlokasi di Moscow dan Stasiun *Telemetry* dan *tracking* yang disebut *Receiving Monitor Station* (RMS) berlokasi di St. Petersburg, Ternopol, dan Eniseisk. Satelit GLONASS dapat menyiarkan data melalui stasiun pengendali di darat, namun demikian, sistem satelit GLONASS belum mampu berdiri sendiri sebagai satelit penentuan posisi (GLONASS 2018).

Sistem satelit GLONASS belum mampu berdiri sendiri untuk penentuan posisi, sistem ini masih menggunakan sistem rangkap GPS+GLONASS dalam metode *Real Time Kinematics* GPS (RTK-GPS). Maksudnya, dalam penentuan posisi, sistem satelit GLONASS penggunaannya masih terintegrasi dengan satelit GPS, dan hal ini telah terbukti sangat menguntungkan untuk digunakan dalam suatu wilayah yang sulit dikover satelit (Bakara 2011).

2.5 BEIDOU Navigation Satellite System

BEIDOU merupakan satelit navigasi yang dikembangkan oleh Cina. Sistem ini akan diterapkan dalam dua tahap; tahap pertama menyediakan layanan dengan cakupan regional, sementara tahap kedua menyediakan layanan dengan cakupan global. Tahap pertama dari sistem BEIDOU secara resmi beroperasi mulai desember 2012 dengan layanan cakupan wilayah Asia Pasifik. Segmen angkasa BEIDOU regional mempunyai 5 satelit dengan *Geostationary Earth Orbit* (GEO), ditambah 5 satelit dengan *Geosynchronous Orbit* (ISGO) dan 4 satelit *Medium Earth Orbit* (MEO). (NovAtel Inc 2015). Tahap kedua dari sistem BEIDOU direncanakan akan selesai pada akhir tahun 2020 dan akan menyediakan layanan cakupan global dengan peningkatan cakupan regional. Segmen angkasanya akan mencakup 5 satelit GEO, 3 satelit *Geosynchronous Orbit* dan 27 satelit MEO (IAC 2017)

Layanan yang akan diberikan dibagi menjadi tiga layanan (NovAtel Inc 2015):

- *Public service* untuk warga sipil dan pengguna secara gratis. *Public service* menyediakan akurasi posisi sekitar 10 m kecepatan akurasi sampai 0,2 m per detik dan akurasi waktu sekitar 10 *nanosecond*
- *Licendsed service* tersedia untuk pengguna yang telah berlangganan. *Licensed service* meningkatkan akurasi sampai dengan 2 m. layanan ini juga menyediakan pesan singkat dua arah (120 karakter Cina) dan menyediakan informasi mengenai status sistem.
- *Restricted military service,* lebih akurat dari pada *public service,* juga menyediakan informasi status sistem dan kemampuan komunikasi militer.

Pada dasarnya satelit BeiDou bisa berdiri sendiri. Namun, dalam penggunaan satelit BeiDou, karena orbit BeiDou termasuk

MEO, IGSO, dan GEO, *receiver* harus mempertimbangkan bias antara jenis konstelasi satelit yang berbeda. Satelit BeiDou memiliki jangkauan transmisi yang lebih besar jika dibandingkan dengan GPS, oleh karena itu kekuatan sinyal satelit menjadi lebih lemah. Lokasi satelit GEO BeiDou tidak berubah banyak. Akibatnya, kekuatan sinyal satelit GEO masing-masing agak konstan pada nilai yang tertentu. Namun, nilai ini berbeda untuk setiap sudut elevasi (shau dan An-Lin 2016).

shau dan An-Lin pada 2016 melakukan penelitian mengenai penggunaansatelit BeiDou dan GPS. Dengan menggunakan satu satelit GEO, satu satelit IGSO, dan satu satelit MEO dilakukan simulasi dengan menggunakan sinyal pengganggu untuk mengetahui efeknya kepada satelit BeiDou, hasilnya berdampak pada keseluruahan satelit BeiDou mengalami penururan kekuatan sinyal secara bersamaan. Total konstelasi BEIDOU yang berkesinambungan adalah 99.9785%, lebih rendah dari GPS. Hal ini karena beberapa alasan. Pertama, 5 satelit GEO BeiDou memiliki sudut elevasi terendah dan *lost lock* sepanjang waktu. Kedua, 5 satelit IGSO BeiDou memiliki lebih kecil kontinuitas daripada satelit IGSO lain. Jumlah *cycle slip* satelit BeiDou IGSO adalah yang tertinggi dari semua satelit BEIDOU. Distribusi kesalahan ionosfir dan kesalahan jam BEIDOU kesalahan lebih besar dari GPS. BEIDOU menyediakan pengukuran kode-fase yang lebih stabil daripada GPS. Namun, terkadang *broadcast ephemeris* BEIDOU tidak teratur. Gangguan – gangguan dan kesalahan ini yang mengakibatkan penggunaan kombinasi satelit BeiDou cukup jelek dan lebih disarankan untuk melakukan pengamatan dengan menggunakan stelit GPS.

2.6 Ketelitian dan kesalahan GPS

Ketelitian posisi yang didapat dengan pengamatan GPS secara umum akan tergantung pada empat faktor yaitu: metode penentuan posisi yang digunakan, geometri dan distribusi dari satelit – satelit

yang diamati, ketelitian data yang digunakan, dan strategi /metode pengolahan data yang diterapkan. Masing – masing faktor tersebut mempunyai beberapa parameter yang berpengaruh pada ketelitian posisi yang akan diperoleh dari GPS (Abidin 2007). Contoh beberapa parameter tersebut ada pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel. 2.1 Faktor dan parameter yang mempengaruhi ketelitian penentuan posisi dengan GPS (Abidin 2007).

Faktor	Parameter
Ketelitian Data	Tipe data yang digunakan (*pseudorange*, fase) Kualitas Receiver GPS Level dari kesalahan
Geometri Satelit	Jumlah satelit Lokasi dan distribusi satelit Lama pengamatan
Metode Penentuan Posisi	*Absolut* & *differential positioning* *Static, rapid static, stop-and-go, kinematic* *One* & *multi staton referensis*
Strategi Pemtosesan Data	*Real time* & *post processing* Strategi eliminasi dan pengkoreksian kesalahan dan bias Metode estimasi yang digunakan Pemrosesan *baseline* dan perataan jaring

Kesalahan Bias GPS pada dasarnya dapat dikelompokkan menjadi (El-Rabbany 2002):

a. Kesalahan *ephemeris* (orbit), yaitu kesalahan dimana orbit satelit yang dilaporkan oleh *ephermeris* satelit tidak sama dengan orbit satelit yang sebenarnya.

b. *Selective availability,* adalah metode yang pernah diaplikasikan untuk memproteksi ketelitian posisi absolut secara *real-time.*
c. Kesalahan jam *receiver* dan jam satelit. Setiap satelit GPS selalu dilengkapi oleh beberapa jam atom yang digunakan untuk mendefinisikan system waktu. Jam – jam 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 *receiver* GPS inilah yang akan memberikan informasi waktu yang berbeda dan dapat menjadi sumber kealahan.
d. *Multipath,* yaitu fenomena dimana sinyal dari satelit tiba diantena GPS melalui dua atau lebih lintasan yang berbeda. Hal ini dibedakan karena sinyal dipantulkan oleh benda-benda disekitar antena sebelum tiba diantena.
e. Pergerakan dari pusat fase antena, pusat fase antena adalah pusat radiasi yang sebenarnya, dan dalam konteks GPS merupakan titik referensi yang sebenarnya digunakan dalam pengukuran sinyal secara elektronis. Karena sumber radiasi yang ideal tersebut sulit direalisasikan pada antena GPS, maka pusat fase antena GPS umunya akan berubah-ubah tergantung pada elevasi dan azimuth satelit serta intensitas sinyal dan lokasinya akan berbeda untuk sinyal L1 dan L2
f. Bias ionosfer, jumlah elektron dan ion bebas pada lapisan ionosfer tergantung pada besarnya intensitas radiasi matahari serta densitas gas pada lapisan tersebut. Bis ionosfer akan mempengaruhi kecepatan, arah, polarisasi, dan kekuatan sinyal GPS. Ionosfer akan memperlambat *pseudorange*

(ukuran jarak menjadi lebih Panjang) dan mempercepat fase (ukuran jarak menjadi lebih pendek).

g. Bias troposfer, sinyal GPS akan mengalami refraksi, yang menyebabkan perubahan pada kecepatan dan arah sinyal GPS. Efek utama dari troposfer sangat berpengaruh pada kecepatan, atau dengan kata lain terhadap hasil ukuran jarak.

h. *Cycle slips*, adalah ketidak-kontiyuan dalam jumlah gelombang penuh dari fase gelombang pembawa yang diamati, karena *receiver* yang disebabkan oleh satu dan lain hal 'terputus'.

2.7 Bias Ionosfer

Ionosfer adalah bagian dari lapisan atas atmosfer dimana terdapat sejumlah elektron dan ion bebas yang mempengaruhi perambatan gelombang radio. Lapisan ionosfer terletak kira-kira antara 60 sampai 1000 km di atas permukaan bumi. Jumlah elektron dan ion bebas pada lapisan ionosfer tergantung pada besarnya intensitas radiasi matahari serta densitas gas pada lapisan tersebut.

Sinyal dari satelit GNSS yang kira-kira terletak 20.000 km di atas permukaan bumi harus melalui lapisan ionosfer untuk sampai ke antena di permukaan bumi. Ion-ion bebas (elektron) dalam lapisan ionosfer akan mempengaruhi propagasi sinyal satelit. Lapisan ionosfer mempengaruhi kecepatan sinyal baik itu fase maupun kode. Pada sinyal fase, ionosfer akan meningkatkan kecepatan sinyal fase sehingga waktu tempuh sinyal menjadi lebih pendek dan sebaliknya pada kode, ionosfer akan menurunkan kecepatan sinyal sehingga waktu yang ditempuh sinyal menjadi lebih panjang. Secara teori, untuk menghilangkan bias ionosfer cukup sulit mengingat tidak adanya model yang memuaskan karena bias ini terpengaruh secara spasial dan temporal.

Beberapa cara untuk mereduksi efek bias ionosfer adalah (Abidin 2007):

- Gunakan data GPS dari dua frekuensi (L1 dan L2).
- Lakukan Pengurangan (*differencing*) data pengamatan.
- Perpendek *baseline*.
- Gunakan model prediksi global ionosfer (untuk data GPS satu frekuensi) seperti model Bent dan Klobuchar.
- Gunakan parameter koreksi yang dikirimkan oleh sistem*Wide Area differensial* GPS (WADGPS)
- Lakukan pengamatan pada pagi atau malam hari.

Untuk mendapatkan posisi yang akurat, dilakukan penghilangan atau penghapusan penundaan ionosfer (*ionospheric delay*) melalui pengkombinasian *ionospheric-free linear combination* dari dua fase gelombang pembawa (L3) dengan formulasi sebagai berikut (Abidin 2000):

$$L3 = \frac{f1^2.L1 - f2^2.L2}{f1^2 - f2^2} \quad \text{.....(1)}$$

Dimana f 1 dan f 2 adalah frekuensi sinyal gelombang L1 dan L2. Kombinasi bebas ionosfer tidak mengubah amplitudo dari kesalahan dan bias yang besarnya tidak bergantung pada frekuensi, seperti kesalahan orbit dan bias troposfer. Sumber dari kesalahan dan bias yang besarnya bergantung pada frekuensi sinyal, seperti *multipath* dam bias ionosfer akan berubah sesudah pengkombinasian. Untuk ukuran *basaline* yang relatif pendek (20 km) dan perbedaan tinggi tidak lebih dari 100 m kombinasi linier *ionospheric free* (L3) lebih efektif digunakan untuk mereduksi bias ionosfir (Darmawan, Abidin, dan Djaja 2000)

2.8 Bias Troposfer

Sinyal dari satelit GNSS untuk sampai ke antena harus melalui lapisan troposfer, yaitu lapisan atmosfer netral yang berbatasan dengan permukaan bumi dimana temperatur menurun dengan membesarnya ketinggian. Lapisan ini umumnya disebut lapisan troposfer. Lapisan troposfer mempunyai ketebalan sampai 40 km

dan tergantung spasial dan temporal. Sinyal GNSS saat melalui lapisan troposfer akan mengalami refraksi. Efek utama dari troposfer akan berpengaruh pada kecepatan dan arah sinyal GNSS atau dengan kata lain terhadap hasil ukuran jarak.

Bias troposfer biasanya dipisahkan menjadi komponen kering (90% dari bias total) dan komponen basah. Dengan menggunakan model troposfer (seperti model Hopfield, Saastamoinen, Marini, dll) serta data ukuran temperatur, tekanan dan kelembaban di permukaan bumi, magnitude komponen kering dari bias troposfer biasanya dapat diestimasi sampai ketelitian 1%. Sedangkan magnitude komponen basah, yang terutama tergantung pada kandungan uap air sepanjang lintasan sinyal, biasanya lebih sulit diestimasi secara teliti dari data pengamatan meteorologi di permukaan bumi. Untuk mendapatkan ketelitian yang lebih baik dari magnitude komponen basah, peralatan *Water Vapour* Radiometer untuk mengukur kandungan uap air dapat digunakan. Akan tetapi instrumen tersebut harganya cukup mahal, ukurannya cukup besar dan juga cukup berat. Panjang *baseline* juga berpengaruh terhadap ketelitian yang dihasilkan. *Baseline* dengan panjang < 20 km (*short Length*) menghasilkan ketelitian yang lebih baik dibandingkan dengan baseline panjang > 20 km (*medium length*). Hail ini disebabkan pada *baseline* pendek memiliki kondisi meteorology yang relatif sama (Satirapod dan Chalermwattanachai 2005)

Dalam penentuan posisi menggunakan GPS ada beberapa cara yang dapat diterapkan untuk mereduksi efek troposfer (Abidin 2007), yaitu:

- *Differencing* hasil pengamatan.
- Perpendek *baseline*.
- Kedua stasiun pengamat berada pada ketinggian dan kondisi meteorologi relatif sama.
- Penggunaan model koreksi standar troposfer seperti model Hopfield dan Saastamoinen.

- Model koreksi lokal troposfer.
- Penggunaan *Water Vapour* Radiometer untuk estimasi besar komponen basah.
- Estimasi besar bias troposfer.
- Penggunaan parameter koreksi dari sistem *Wide Area Differential* GPS(WADGPS)

Model koreksi standar troposfer, besar bias troposfer dihitung dengan menggunakan data temperatur, tekanan dan kelembaban udara yang diukur di permukaan bumi. Dalam hal ini dikenal beberapa model standar troposfer yaitu Hopfield, Saastamoinen, Black, Marini, dll. Dari beberapa model tersebut yang cukup banyak digunakan dalam pengolahan data GPS adalah model Hopfield dan Saastamoinen. Berikut adalah formulasi model Saastamoinen:

$$d = \frac{0{,}002277}{cosz} . \left\{ p + \left(\frac{1255}{T} + 0{,}005 \right) . e - tan^2 z \right\} dR \text{ .....(2)}$$

Dimana:

d = model saastamoinen
Z = sudut zenith satelit
P = tekanan atmosfer (mbar)
T = temperatur (°K)
e = tekanan parsial dari uap air (mbar)
dR = nilai faktor koreksi (tergantung ketinggian stasiun di atas permukaan laut)

2.9 Metode, Lama Pengamatan dan Prinsip Pengukuran GPS

Konsep dasar pada penentuan posisi dengan GPS adalah reseksi (pengikatan kebelakang) dengan jarak, yaitu dengan pengukuran jarak secara simultan kebeberapa satelit GPS yang koordinatnya telah diketahui (Seaber 2013)

Metode penentuan posisi dengan GPS pertama – tama dibagi dua, yaitu metode absolut, dan metode *differential*. Masing –

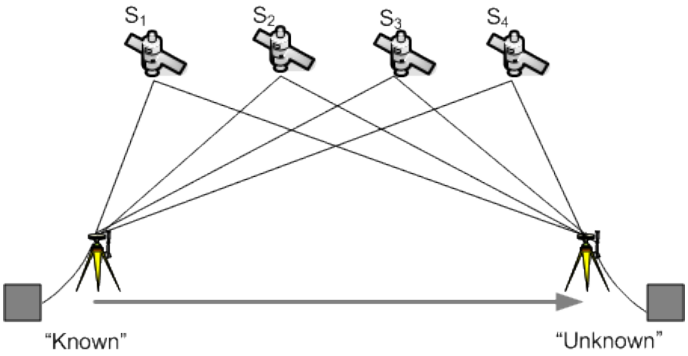
masing metode dapat dilakukan dengan cara *real time* atau *post-processing.* Apabila obyek yang ditentukan posisinya diam, maka metodenya disebut kinematik. Selanjutnya, metode yang lebih detail antara lain metode – metode seperti SPP, DGPS, RTK, *rapid static*, *pseudo kinematic*, *stop and go* serta beberapa metode lainnya (Rahmad 2016).

a. Metode Penentuan Posisi Absolut

Penentuan posisi secara absolut atau juga dikenal sebagai *point positioning* adalah metode penentuan posisi yang paling mendasar dari GPS dimana penentuan posisi dapat dilakukan per titik tanpa bergantung pada titik lainnya. Untuk penentuan posisi hanya memerlukan satu *receiver* GPS. Titik yang ditentukan posisinya bisa dalam keadaan diam (mode statik) ataupun dalam keadaan bergerak (mode kinematik). Aplikasi utama dari metode ini adalah untuk keperluan navigasi atau aplikasi – aplikasi lain yang memerlukan informasi posisi yang tidak terlalu teliti tapi tersedia secara *real time*, seperti untuk keperluan *reconnaissance* dan *ground truthing.*

b. Metode Penentuan Posisi *Differential*

Metode relatif atau sering disebut *differential positioning*, menentukan posisi dengan menggunakan lebih dari sebuah *receiver.* Satu GPS dipasang pada lokasi tertentu dimuka bumi dan secara terus menerus menerima sinyal dari satelit dalam jangka waktu tertentu dijadikan sebagai referensi bagi yang lainnya. Ilustrasi dari metode ini dapat dilihat pada Gambar2.3 berikut.



Gambar. 2.3 Metode Penentuan Posisi *Differential* (Abidin 2007)

Prinsipnya adalah dengan mengurangkan data yang diamati oleh dua *receiver* GPS pada waktu yang bersamaan sehingga beberapa jenis kesalahan dan bias dari data dapat dielemininasi atau direduksi. Pengeleminasian dan pereduksian ini akan meningkatkan akurasi dan presisi data yang selanjutnya berimplikasi pada posisi yang diperoleh.

c. Metode Penentuan Posisi *Static*

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

Metode – metode tersebut yang menentukan ketelitian posisi yang diinginkan. Ketelitian GPS bervariasi mulai dari fraksi meter sampai milimeter, tergantung pada metode apa yang digunakan. Selain metode yang digunakan, ada beberapa faktor yang mempengaruhi salah satunya adalah lama pengamatan. Lama pengamatan ini dipengaruhi juga oleh panjang *baseline* yang diamati. Metode dan lama pengamatan terhadap panjang *baseline* dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut.

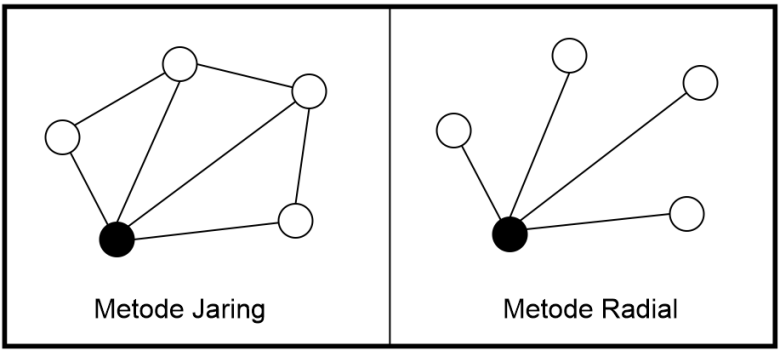
Tabel. 2.2 Metode dan Lama Waktu Pengamatan terhadap Panjang Baseline (Abidin 2007)

Panjang *Baseline*	Metode	Lama Pengamatan	
		GPS L1	GPS L1 dan L2
0 – 5 KM	*Stop and Go* *Rapid Static*	2 menit 30 menit	2 menit 15 menit
5 – 10 KM	*Rapid Static*	50 menit	25 menit
10 – 30 KM	*Static*	90 menit	60 menit
30 – 50 KM	*Static*	180 menit	120 menit

2.10 Geometri Jaring

Pada survei GPS dikenal dua metode geometri jaringan, yakni metode jaring radial dan metode jaring tertutup seperti pada Gambar 2.4. Metode jaring radial dilakukan dengan menempatkan satu *receiver* pada titik tetap dan mengukur *baseline – baseline* dari titik tetap tersebut ke *receiver* lain di titik rencana. Sedangkan karakteristik dari jaring GPS adalah perlu adanya titik ikat sebagai referensi atau integrasikan koordinat hasil ukuran terhadap sistem koordinat titik – titik ikat. Titik – titik ikat tersebut dapat berfungsi sebagai titik kontrol. Titik pada jaring dihubungkan oleh *baseline – baseline* yang dirancang sesuai desain jaringnya. Metode jaring tertutup digunakan sebagai *input* data untuk hitungan jaring adalah komponen vektor *baseline* (dx, dy, dz). Solusi koordinat dari

metode jaring tertutup tidak konsisten sebab ada ukuran lebih, sehingga perlu hitung perataan.



Gambar. 2.4 Metode jaringan dan metode radial (Abidin 2011)

2.11 Penelitian Sebelumnya

Penelitian mengenai akurasi penentuan posisi terhadap penggunaan satelit GNSS sebelumnya sudah pernah dilakukan. Izman dan Rudianto (2011) melakukan penelitian komparatif ketelitian posisi titik hasil pengukuran dari satelit GPS dan satelit GLONASS. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran GNSS di 8 titik, dimana 4 titik adalah *baseline* pendek kurang dari 5 Km dan 4 *baseline* panjang lebih dari 12 Km. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan *receiver* Topcon Hiper II, data hasil pengukuran diolah dengan 2 strategi, yaitu diolah dengan memakai sinyal satelit GPS saja dan dengan sinyal satelit GPS + GLONASS untuk masing – masing *baseline* pendek dan panjang. Hasil dari strategi pengolahan ini didapatkan bahwa strategi dengan pengolahan dengan menggunakan sinyal satelit GPS + GLONASS menghasilkan rata – rata ketelitian yang lebih kecil dibandingkan dengan strategi pengolahan yang hanya menggunakan sinyal satelit GPS saja.

Gumilar, dkk (2016) melakukan penelitian mengenai kontribusi BEIDOU untuk meningkatkan akurasi penentuan posisi di daerah Bandung. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *receiver* GNSS COMNAV T300 pada 13 titik desain jaring. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan sinyal satelit GPS saja dan GPS + BEIDOU dan dilakukan analisa untuk mengetahui berapa peningkatan dari akurasi yang didapatkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan mengombinasikan data BEIDOU (B1 dan B2) dengan GPS (L1 dan L2), dibandingkan dengan menggunakan data GPS saja, hal ini menunjukkan akurasi yang lebih baik sebesar 31,3% pada *easting*, 49,9% pada *northing*, dan 13,6% pada tinggi, dan untuk peningkatan presisi sebesar 20,1% pada *easting*, 30,7% pada *northing*, dan 32,7% pada tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan BEIDOU dapat meningkatkan akurasi penentuan posisi di Bandung.

2.12 Topcon Tools v8.2

Topcon Tools adalah perangkat lunak pengolahan dan analisis milik produk Topcon. Perangkat ini mudah dipelajari dan digunakan, mudah dikostumisasi untuk mencocokkan alur kerja. Topcon tools mendukung semua instrument survei Topcon dan data kolektor. Ini adalah perangkat lunak yang modular termasuk Total Station, RTK, *Post Processing*, GIS, Desain, dan pencitraan. Topcon tools mudah disesuaikan untuk alur kerja dan mendukung beberapa pekerjaan termasuk peta, pendudukan, Google *Earth*, Tabular, CAD dan 3D. Topcon Tools dapat digunakan untuk (Topcon 2009):

2.13 Hi Target *Geomatics Office*

Hi-Target *Geomatics Office* adalah perangkat lunak pemrosesan data desktop. Aplikasi baru untuk memproses *baseline*, program ini dapat menghitung data untuk observasi waktu yang sangat lama, dan dapat mengeluarkan kesalahan besar,

membuat pekerjaan untuk memproses *baseline* menjadi lebih sederhana. Perangkat lunak ini mendukung solusi multi-sistem GPS / GLONASS / Compass (Hi Target 2018).

2.14 Prosedur pengukuran GPS

Prosedur mengenai pengukuran GPS untuk pengadaan jaring kontrol horizontal terdapat pada SNI 19-6724 tahun 2002 tentang jaring kontrol horizontal. Standar ini meliputi ruang lingkup, istilah dan definisi, klasifikasi, konvensi, dan spesifikasi teknis dari pembangunan dan pengembangan jaring titik kontrol geodetik horizontal nasional. Pada Tabel 2.3 berikut akan disajikan spesifikasi Teknik metode dan strategi pengamatan jaring titik kontrol horizontal.

Tabel. 2.3 Spesifikasi Teknis metode dan Strategi Pengamatan Jaring Titik kontrol Geodetik Orde-00 s/d Orde-4

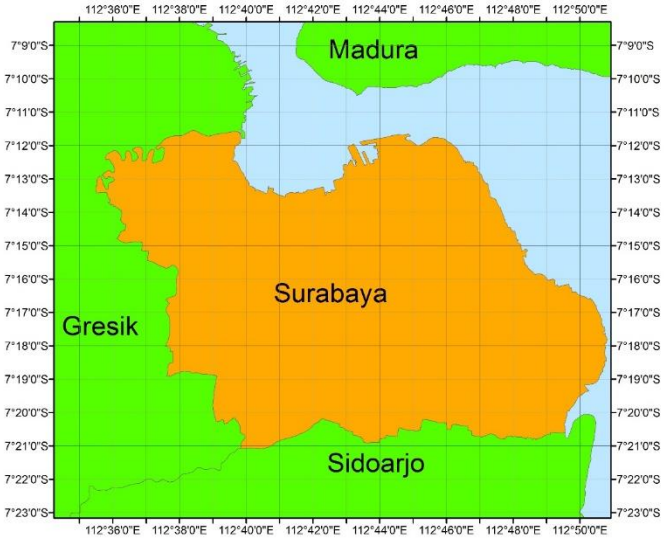
	Orde Jaringan					
	00	0	1	2	3	4
Metode Pengamatan	GPS Kontinu	Survei GPS	Survei GPS	Survei GPS	Survei GPS	Survei GPS
Lama Pengamatan (Minimum)	Kontinu	24 Jam	6 Jam	2 Jam	1 Jam	0,25 Jam
Metode Pengmatan	Jaring Tetap	Jaring	Jaring	Jaring	Jaring	Radial
Interval Pengamatan (detik)	30	30	30	15	15	15
Jumlah Satelit Minimum	Tidak ada	4 Satelit				
Elevasi Satelit Minimum	15º					
Pengamatan Data Meteorologis	Ya	Ya	Ya	Tidak	Tidak	Tidak

pengolahan data untuk memperoleh koordinat titik pada semua jenis orde jaringan, harus berbasiskan pada hitung perataan kuadrat terkecil berkendala penuh. Pengolahan data survei GPS untuk jaring-jaring orde-00, orde-0 dan orde-1 harus menggunakan perangkat lunak ilmiah, seperti Bernesse dan GAMIT. Pengolahan data survei GPS untuk jaring-jaring orde-2, orde-3, dan orde-4(GPS) dapat menggunakan perangkat lunak komersial, seperti SKI, GPSurvey dan perangkat lunak komersil lainnya.

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran GNSS sejumlah 20 titik di area Kota Surabaya, Jawa Timur yang berada pada 07˚09` – 07˚21` LS dan 112˚36`- 112˚54` BT.



Gambar. 3.1 Lokasi Penelitian

3.2. Data Dan Peralatan

3.2.1 Data

Data yang digunakan pada tugas akhir ini adalah data survei GNSS dari satelit GPS, GLONASS, dan BEIDOU. Data diperoleh dengan melakukan pengukuran langsung lapangan survei GNSS area Surabaya. Pengukuran dilakukan pada 14 dan 15 April 2018 dengan metode survei statik

diferensial menggunakan receiver Hi Target V30 dengan desain pengukuran radial 20 *baseline* dengan Panjang *baseline* 1 KM, 5 KM, 10 KM, 15 KM, dan 20 KM masing – masing berjumlah 4 *baseline*. Pengukuran dilakukan selama satu jam dengan interval 5 detik dan sudut elevasi (*mask angle*) 15º. Titik ikat (*base point*) berada di BM ITS 01 didepan Rektorat Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

3.2.1. Peralatan

1.Perangkat Keras (*Hardware*)

a. *Receiver* Hi Target V30

Gambar. 3.2 Receiver Hi Target V30 (Hi Target 2018)

Tabel. 3.1 Spesifikasi Hi Target V30 (Hi Target 2016)

Sinyal Satelit yang dapat Ditangkap	GPS L1C/A, L2C, L2E, L5 GLONASS L1C/A, L1P, L2C/A (GLONASS M only), L2P SBAS L1 C/A, L5 Galileo L1 BOC, ESA, EBS, ESB, ESAItBOC BDS B1, B2 QZSS L1 C/A, L1 SAIF, L2C, L5
Spesifikasi Peforma Statik	Horizontal: 2,5 mm+ 0,5ppm RMS Vertikal: 5mm+ 0,5ppm RMS

Post Processing Kinematic / Stop & Go RTK	Horizontal: 10mm+ 1,0ppm RMS Vertikal: 25mm+ 1,0ppm RMS Horizontal: 8mm+ 1,0ppm RMS Vertikal: 15mm+ 1,0ppm RMS
Spesifikasi Daya Baterai Waktu Pemakain Komsumsi Daya	 5000mAh Li-ion Baterai Waktu Kerja Statik 13 - 15 Jam RTK Rover (UHF/GPRS/GSM) 10 - 12 Jam RTK Base 8 - 10 Jam 2,5 W
Fisik Perangkat Keras Dimensi (Wx H) Berat *Water/Dustproof* Suhu Operasi	 19,50 cm x 10,40 cm 1,3 kg dengan baterai internal,radio internal, standar UHF antenna IP67 *dustproof*, Terlindung dikedalaman sampai dengan 1 m -45°C sampai 65°C
Hi Target radio UHF internal (standar) Frekuensi Daya Transmisi Kecepatan Transmisi Jarak Kerja	 460 Mhz dengan 116 saluran 0,1 W, 1W, 2W *Up to* 19,2 Kbps 3–5 km *typical*, 8 – 10 km *optimal*
Hi Target Radio UHF Eksternal (standar) Frekuensi Daya Transmisi Kecepatan Transmisi Jarak Kerja	 460 Mhz dengan 116 saluran 5 W, 10W, 20W Up to 19,2 Kbps 8 - 10 km *typical*, 15 – 20 km *optimal*

Komunikasi GPS/GPRS atau 3G	*Fully Integrated, Fully sealed Internal GPRS/GSM or 3G* *Network RTK (via CORS)* jarak *20-50* km
Penyimpanan Penyimpanan Data Format Data	64 MB *internal memory* (1Hz *positioning output*, *up to* 50 Hz - *depends on installed option*) CMR: sCMRx, CMR, CMR+ *input and output* RTCM: RTCM 2.1, 2.2, 2.3, 3.0, 3.1,3.2 *input and output* *Navigation outputs* ASCII: NMEA-0183 GSV, AVR, RMC, HDT, VGK, VHD, ROT, GGK, GGA, GSA, ZDA, VTG, GST, PJT, PJK, BPQ, GLL, GRS, GBS *Navigation outputs Binary*: GSOF 1 *Pulse Per Second Output*

2. Perangkat Lunak (Software)

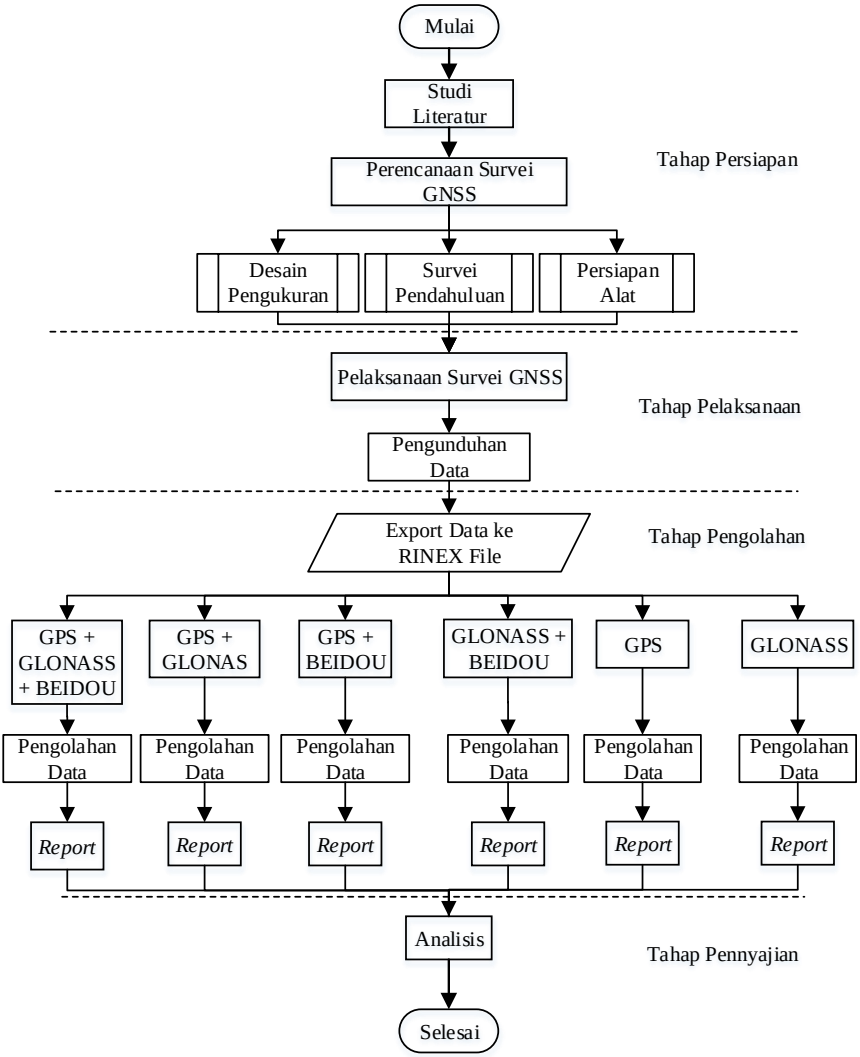
a. *Software* Topcon tools 8.2.3 sebagai perangkat lunak komersil pengolah data GPS

b. *software* HGO digunakan untuk melakukan konversi data ke format RINEX

c. Microsoft Office 365 digunakan untuk pembuatan laporan dan pengolahan hasil tabular koordinat pengolahan Topcon Tools.

3.3. Tahapan Penelitian

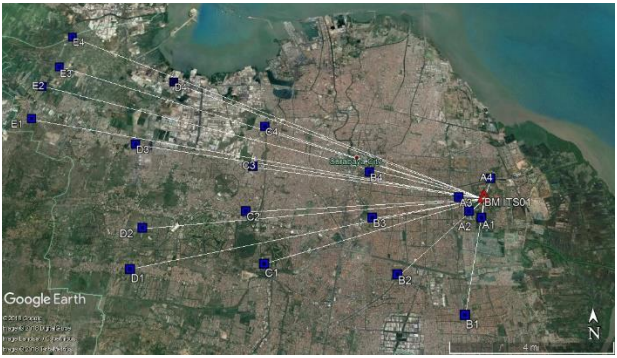
Secara garis besar, tahapan penelitian yang direncanakan digambarkan pada Gambar 3.2 berikut:



Gambar. 3. 3 Diagram Alir Penelitian

penjelasan dari diagram alir penelitian tersebut adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur
   Tahap studi literatur dilakukan dengan mencari referensi yang berkaitan dengan masalah yang diangkat dalam penelitian baik cetak berupa buku – buku referensi mengenai pengukuran GNSS maupun melalui website dan paper – paper yang tersedia secara online di internet.
2. Perencanaan Survei GNSS
   Pada tahap ini dilakukan perencanaan sebelum melakukan survei,
   a. Pembuatan desain
      Desain pengukuran dibuat seperti Gambar 3.4 seperti di bawah ini.



Gambar. 3. 4 Desain Pengukuran penelitian

Titik pengukuran berada di area Kota Surabaya sejumlah total 20 *baseline* dengan Panjang *baseline* 1 KM, 5KM, 10KM, 15 KM,20 KM, dan 20 KM masing – masing sebanyak 4 *baseline*.

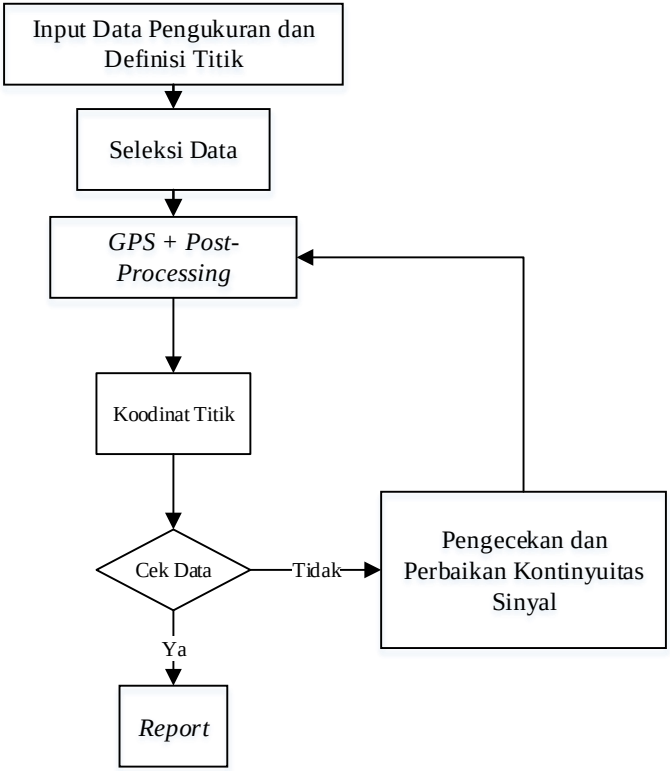
   b. Survei Pendahuluan
      Dilakukan survei lokasi sesuai dengan desain yang telah dibuat, apakah lokasi memungkinkan untuk

dilakukannya pengukuran atau harus ganti lokasi yang memungkinkan.

c. Persiapan alat.
   Mempersiapkan alat yang akan digunakan untuk pengukuran tugas akhir, mengecek kelengkapan *receiver* yang digunakan.

3. Pelaksanaan Survei GNSS
   Pada tahap ini dilakukan pengukuran survei GNSS sesuai dengan desain yang sudah dibuat sebelumnya. Pengukuran dilakukan pada 14 dan 15 April 2018. perekaman data diambil dengan menggunakan *receiver* Hi Target V30 yang dapat menangkap sinyal GPS, GLONASS, dan BEIDOU.
4. Pengunduhan Data
   Dilakukan proses pengunduhan data hasil pengukuran.
5. Pengolahan Data
   Pada proses ini dilakukan pemilihan data GPS, GLONASS, dan BEIDOU yang kemudian dilakukan pengolahan dengan 6 strategi yang berbeda. Perbedaannya berada pada penggunaan kombinasi satelit yang berbeda – beda antar strategi, yaitu :
   1. Menggunakan data GPS + GLONASS + BEIDOU,
   2. Menggunakan data GPS+ GLONASS,
   3. Menggunakan data GPS + BEIDOU,
   4. Menggunakan data GLONASS + BEIDOU,
   5. Menggunakan data GPS, dan
   6. Menggunakan GLONASS

   Pengolahan dilakukan dengan menggunakan *software* komersil pengolah GNSS yaitu Topcon Tools 8.2.3. Pada Gambar 3.5 berikut merupakan diagram alir proses pengolahan data.



Gambar. 3. 5 Diagram Alir Pengolahan Data

Pada proses ini dilakukan terpisah setiap strateginya. Proses ini meliputi *input* data pengukuran seperti tinggi alat dan pendefinisian titik, lalu dilakukan seleksi data yang akan digunakan, dilanjutkan dengan melakukan *post-processing* Hasil *post-processing* ini akan mendapatkan koordinat titik beserta parameternya. Dilakukan pengecekan apakah data sudah sesuai dengan spesifikasi alat, jika tidak maka dilakukan proses pengecekan data dan

perbaikan kontinyuitas sinyal untuk dilakukan pengolahan ulang, jika sesuai maka dilakukan *report* hasil pengolahan.

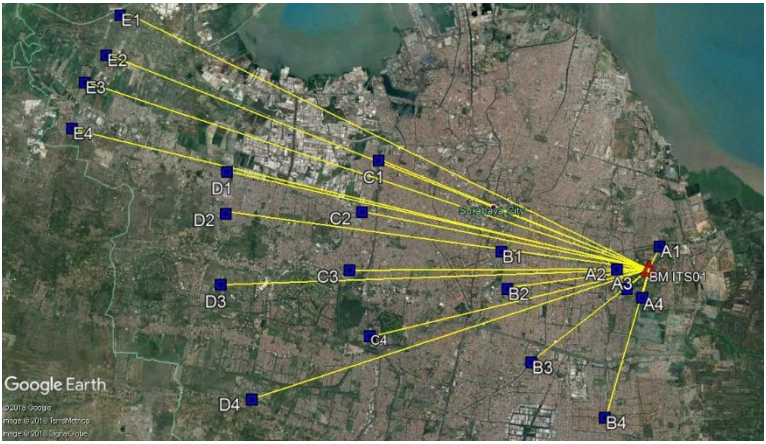
6. Report
   Proses ini adalah menampilkan hasil dari pengolahan, seperti koordinat, akurasi, dll dari proses pengolahan
7. Analisis
   Proses anlisis dilakukan Analisa dari hasil report masing – masing strategi pengolahan data GNSS. Dibandingkan hasil dari ke 6 strategi pengolahan.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perhitungan Posisi

Pengolahan data GNSS dilakukan dengan menggunakan Topcon Tool 8.2.3 yaitu, perangkat lunak pengolah GNSS komersil. Hasil pengolahan menghasilkan nilai koordinat yang sudah ada pada sistem proyeksi UTM zona 49S, RMS error horizontal dan vertikal setelah dilakukan proses *post–processing*. Pada pengolahan ini langsung dilakukan proses pada keseluruhan 20 *baseline* yang ada berdasarkan dengan kombinasi satelit yang digunakan. Konfigurasi *baseline* dapat dilihat pada Gambar. 4.1 di bawah ini.



Gambar. 4.1 Konfigurasi *baseline*

Pada Gambar 4.1 di atas terdapat 20 *baseline*, titik ITS 01 yang berada di depan gedung Rektorat ITS sebagai *control point* . Titik ITS 01 ditunjukkan pada Gambar 4.2 dan Tabel 4.1 berikut.

Tabel. 4.1 Koordinat BM ITS 01

Koordinat ITS 01	
Northing	9194686,012 m
Easting	698.076,449 m
Elevasi	36,056 m
Lintang Selatan	7°16'55.123"
Bujur Timur	112°47'38.956"
Elevasi	36,056 m

Gambar. 4. 2 BM ITS 01

Penamaan titik ditentukan dengan kode berdasarkan panjang *baseline* yang dimiliki. Titik dengan panjang *baseline* 1KM berkode A, panjang *baseline* 5 KM berkode B, Panjang *baseline* 10KM berkode C, panjang *baseline* 15 KM berkode D, dan kode E untuk titik dengan panjang *baseline* 20 KM. Panjang dari masing – masing *baseline* ditunjukkan pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel. 4.2 Panjang *Baseline*

Base	Titik	Jarak (m)
ITS 01	A1	915,584
	A2	1123,152
	A3	960,171
	A4	968,860
	B1	5022,564
	B2	4957,415
	B3	6518,977
	B4	5561,453
	C1	10061,726
	C2	10096,419
	C3	10513,088
	C4	9778,561
	D1	14847,863
	D2	14648,182
	D3	14597,478
	D4	14242,439
	E1	20628,960
	E2	20492,886
	E3	20848,133
	E4	20860,364

Pada Tabel di atas disajikan jarak *baseline* pada setiap titik. Panjang *baseline* yang didapatkan tidak bisa tetap dengan perencanaan yang dilakukan, karena hanya perkiraan dan kondisi lokasi yang tidak memungkinkan untuk melakukan pengukuran sehingga harus digeser.

Pada penelitian ini toleransi dari hasil pengukuran berdasarkan spesifikasi alat yang ada pada Tabel. 3.1 Spesifikasi Hi Target V30, dimana untuk ketelitiannya adalah 2,5 mm + 0,5 ppm untuk ketelitian horizontalnya. Sehingga pada penelitian ini toleransi yang didapatkan untuk masing - masing *baseline* sebagai berikut.

- *Baseline* 1 KM memiliki toleransi sebesar 3 mm
- *Baseline* 5 KM memiliki toleransi sebesar 5 mm

- *Baseline* 10 KM memiliki toleransi sebesar 7,5 mm
- *Baseline* 15 KM memiliki toleransi sebesar 10 mm
- *Baseline* 20 KM memiliki toleransi sebesar 12,5 mm

Berikut merupakan hasil pengolahan yang didapatkan berdasarkan kombinasi satelit yang digunakan:

a. Penggunaan Satelit GPS + GLONASS + BEIDOU

Pengolahan dengan menggunakan kombinasi satelit GPS + GLONASS + BEIDOU didapatkan hasil nilai koordinat dan RMS *error* sebagai berikut:

Tabel. 4.3 RMS *error* Hasil Pengolahan Satelit GPS + GLONASS + BEIDOU

Baseline	**Horizontal RMS (m)**	**Vertikal RMS (m)**
A1	0,002	0,005
A2	0,003	0,006
A3	0,005	0,008
A4	0,003	0,004
B1	0,003	0,005
B2	0,003	0,004
B3	0,004	0,008
B4	0,003	0,005
C1	0,011	0,020
C2	0,014	0,023
C3	0,019	0,014
C4	0,007	0,012
D1	0,008	0,011
D2	0,007	0,012
D3	0,008	0,013
D4	0,008	0,013

Baseline	Horizontal RMS (m)	Vertikal RMS (m)
E1	0,013	0,015
E2	0,010	0,023
E3	0,015	0,015
E4	0,013	0,020

Tabel. 4.4 Koordinat Hasil Pengolahan Satelit GPS + GLONASS + BEIDOU

Titik	Grid *Northing* (m)	Grid *Easting* (m)	Elevasi (m)
A1	9195507,698	698480,505	36,472
A2	9194697,617	696953,271	35,618
A3	9194343,902	697476,972	35,947
A4	9193745,304	697844,271	35,399
B1	9195028,776	693065,253	36,824
B2	9194101,014	693153,332	37,112
B3	9190478,333	693096,663	36,161
B4	9189308,514	696656,237	35,560
C1	9198282,968	688679,01	36,106
C2	9196401,953	688126,342	37,767
C3	9194663,607	687562,831	50,813
C4	9192105,308	688644,000	39,803
D1	9197695,007	683535,990	37,392
D2	9196202,934	683506,377	49,715
D3	9193676,885	683513,27	57,449
D4	9189891,531	684664,546	44,614
E1	9203722,651	679531,258	35,634
E2	9201816,299	678863,259	35,429
E3	9200260,331	677986,649	36,937

Titik	Grid *Northing* (m)	Grid *Easting* (m)	Elevasi (m)
E4	9199201,87	677710,069	41,509

Pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4 menampilkan nilai RMS *error* dan koordinat dari pengolahan menggunakan satelit GPS + GLONASS + BEIDOU. Hasil dari pengolahan ini didapatkan RMS *error* terkecil bernilai 0,002 m pada *baseline* A1, RMS terbesar bernilai 0,015 m pada *baseline* E3, dan rata – rata RMS *error* bernilai 0,008 m.

b. Penggunaan Satelit GPS + GLONASS

Hasil dari pengolahan dengan menggunakan kombinasi satelit GPS + GLONASS didapatkan hasil koordinat dan RMS *error* yang disajikan pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 sebagai berikut:

Tabel. 4.5 RMS *error* Hasil Pengolahan Satelit GPS + GLONASS

Baseline	Horizontal RMS (m)	Vertikal RMS (m)
A1	0,002	0,005
A2	0,003	0,006
A3	0,005	0,008
A4	0,003	0,004
B1	0,003	0,005
B2	0,003	0,004
B3	0,004	0,008
B4	0,003	0,005
C1	0,011	0,020
C2	0,014	0,023
C3	0,019	0,014

Baseline	Horizontal RMS (m)	Vertikal RMS (m)
C4	0,007	0,012
D1	0,008	0,011
D2	0,007	0,012
D3	0,008	0,013
D4	0,008	0,013
E1	0,013	0,015
E2	0,010	0,023
E3	0,015	0,015
E4	0,013	0,020

Tabel. 4.6 Koordinat Hasil Pengolahan Satelit GPS + GLONASS

Titik	Grid *Northing* (m)	Grid *Easting* (m)	Elevasi (m)
A1	9195507,698	698480,505	36,472
A2	9194697,617	696953,271	35,618
A3	9194343,902	697476,972	35,947
A4	9193745,304	697844,271	35,399
B1	9195028,776	693065,253	36,824
B2	9194101,014	693153,332	37,112
B3	9190478,333	693096,663	36,161
B4	9189308,514	696656,237	35,560
C1	9198282,968	688679,01	36,106
C2	9196401,953	688126,342	37,767
C3	9194663,607	687562,831	50,813
C4	9192105,308	688644	39,803
D1	9197695,007	683535,99	37,392

Titik	Grid *Northing* (m)	Grid *Easting* (m)	Elevasi (m)
D2	9196202,934	683506,377	49,715
D3	9193676,885	683513,27	57,449
D4	9189891,531	684664,546	44,614
E1	9203722,651	679531,258	35,634
E2	9201816,299	678863,259	35,429
E3	9200260,331	677986,649	36,937
E4	9199201,87	677710,069	41,509

Hasil yang didapatkan dari pengolahan ini tidak berbeda dengan pengolahan dengan menggunakan satelit GPS + GLONASS + BEIDOU, atau dengan lebih tepatnya hasilnya sama persis, baik itu untuk nilai koordinat ataupun RMS *error* untuk semua *baseline.*

c. Penggunaan Satelit GPS +BEIDOU

Pada strategi pengolahan ke 3, yaitu pengolahan dengan menggunakan kombinasi satelit GPS + BEIDOU didapatkan hasil koordinat dan RMS *error* yang disajikan pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8 di bawah ini.

Tabel. 4.7 RMS *error* Hasil Pengolahan Satelit GPS + BEIDOU

Baseline	Horizontal RMS (m)	Vertikal RMS (m)
A1	0,002	0,004
A2	0,004	0,007
A3	0,010	0,019
A4	0,005	0,009

Baseline	Horizontal RMS (m)	Vertikal RMS (m)
B1	0,003	0,005
B2	0,004	0,005
B3	0,005	0,010
B4	0,003	0,005
C1	0,010	0,024
C2	0,015	0,023
C3	0,033	0,053
C4	0,006	0,011
D1	0,008	0,012
D2	0,008	0,016
D3	0,009	0,013
D4	0,009	0,019
E1	0,013	0,016
E2	0,011	0,028
E3	0,017	0,027
E4	0,014	0,018

Tabel. 4.8 Koordinat Hasil Pengolahan Satelit GPS + BEIDOU

Titik	Grid *Northing* (m)	Grid *Easting* (m)	Elevasi (m)
A1	9195507,695	698480,505	36,509
A2	9194697,619	696953,277	35,654
A3	9194343,893	697476,988	36,044
A4	9193745,308	697844,269	35,442
B1	9195028,778	693065,252	36,825
B2	9194101,01	693153,328	37,114

Titik	Grid *Northing* (m)	Grid *Easting* (m)	Elevasi (m)
B3	9190478,339	693096,643	36,233
B4	9189308,51	696656,242	35,608
C1	9198282,951	688678,991	36,105
C2	9196401,952	688126,335	37,789
C3	9194663,605	687562,836	50,829
C4	9192105,305	688644,017	39,790
D1	9197695,036	683535,956	37,333
D2	9196202,932	683506,376	49,686
D3	9193676,888	683513,263	57,453
D4	9189891,526	684664,52	44,583
E1	9203722,666	679531,238	35,646
E2	9201816,315	678863,213	35,394
E3	9200260,325	677986,663	36,965
E4	9199201,863	677710,092	41,505

Berdasarkan dati kedua tabel di atas diketahui nilai RMS *error* terkecil sebesar bernilai 0,033 m , RMS terkecil bernilai 0,002 dan rata – rata RMS bernilai 0,009 m.

d. Penggunaan Satelit GLONASS + BEIDOU

Hasil dari pengolahan dengan menggunakan kombinasi satelit GLONASS + BEIDOU didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel. 4.9 RMS *error* Hasil Pengolahan Satelit GLONASS + BEIDOU

Baseline	**Horizontal RMS (m)**	**Vertikal RMS (m)**
A1	0,010	0,014
A2	0,005	0,010
A3	0,006	0,008
A4	0,004	0,004
B1	0,006	0,010
B2	0,005	0,005
B3	0,005	0,010
B4	0,007	0,012
C1	0,445	0,380
C2	0,088	0,178
C3	0,016	0,011
C4	0,018	0,046
D1	0,013	0,018
D2	0,017	0,019
D3	0,013	0,021
D4	0,051	0,064
E1	0,056	0,113
E2	0,178	0,254
E3	0,304	0,283
E4	0,022	0,025

Tabel. 4.10 Koordinat Hasil Pengolahan Satelit GLONASS + BEIDOU

Titik	**Grid *Northing* (m)**	**Grid *Easting* (m)**	**Elevasi (m)**
A1	9195507,718	698480,538	36,488
A2	9194697,610	696953,266	35,634
A3	9194343,899	697476,972	35,938
A4	9193745,292	697844,292	35,406
B1	9195028,763	693065,260	36,815
B2	9194101,022	693153,328	37,110
B3	9190478,317	693096,677	36,163
B4	9189308,522	696656,248	35,528
C1	9198282,794	688680,078	34,707
C2	9196402,016	688126,308	37,842
C3	9194663,607	687562,832	50,815
C4	9192105,254	688644,009	39,983
D1	9197695,043	683535,950	37,317
D2	9196202,938	683506,358	49,721
D3	9193676,884	683513,268	57,402
D4	9189891,117	684664,901	44,228
E1	9203722,272	679531,408	35,046
E2	9201817,191	678864,587	33,046
E3	9200260,383	677986,949	36,334
E4	9199201,921	677709,981	41,464

Pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.9 disajikan nilai koordinat dan RMS *error* pada pengolahan dengan menggunakan satelit GLONASS + BEIDOU. Nilai dari RMS *error* terkecil berada di *baseline* A4 dengan nilai 0,004 m dan RMS *error* terbesar berada di

baseline C1 dengan nilai sebesar 0,380 m, sementara rata – rata nilai RMS bernilai 0,074 m.

e. Penggunaan Satelit GPS

Pada strategi pengolahan ini hanya digunakan 1 satelit saja, yaitu satelit GPS saja tanpa kombinasi dengan satelit yang lain.

Tabel. 4.11 RMS *error* Hasil Pengolahan Satelit GPS

Baseline	**Horizontal RMS (m)**	**Vertikal RMS (m)**
A1	0,002	0,004
A2	0,004	0,007
A3	0,010	0,019
A4	0,005	0,009
B1	0,003	0,005
B2	0,004	0,005
B3	0,005	0,010
B4	0,003	0,005
C1	0,010	0,024
C2	0,015	0,023
C3	0,033	0,053
C4	0,006	0,011
D1	0,008	0,012
D2	0,008	0,016
D3	0,009	0,013
D4	0,009	0,019
E1	0,013	0,016
E2	0,011	0,028
E3	0,017	0,027

Baseline	**Horizontal RMS (m)**	**Vertikal RMS (m)**
E4	0,014	0,018

Tabel. 4.12 Koordinat Hasil Pengolahan Satelit GPS

Titik	**Grid *Northing* (m)**	**Grid *Easting* (m)**	**Elevasi (m)**
A1	9195507,695	698480,505	36,469
A2	9194697,619	696953,277	35,614
A3	9194343,893	697476,988	36,004
A4	9193745,308	697844,269	35,403
B1	9195028,778	693065,252	36,825
B2	9194101,010	693153,328	37,114
B3	9190478,339	693096,643	36,193
B4	9189308,510	696656,242	35,568
C1	9198282,951	688678,991	36,105
C2	9196401,952	688126,335	37,789
C3	9194663,605	687562,836	50,829
C4	9192105,305	688644,017	39,790
D1	9197695,036	683535,956	37,333
D2	9196202,932	683506,376	49,686
D3	9193676,888	683513,263	57,453
D4	9189891,526	684664,520	44,583
E1	9203722,666	679531,238	35,646
E2	9201816,315	678863,213	35,394
E3	9200260,325	677986,663	36,965
E4	9199201,863	677710,092	41,505

Pada Tabel 4.11 dan Tabel 4.12 di atas disajikan hasil koordinat dan RMS *error* dari pengolahan ini. Hasilnya didapatkan nilai RMS *error* terbesar yaitu 0,33 m dan nilai RMS terkecil sebesar 0,002 m , sementara rata – rata RMS *error* didapatkan nilai sebesar 0,009 m.

f. Penggunaan Satelit GLONASS

Penggunaan satelit untuk strategi terakhir ini yaitu hanya dengan menggunakan satelit GLONASS saja. Hasil dari pengolahan ini sebagai berikut:

Tabel. 4.13 RMS *error* Hasil Pengolahan Satelit GLONASS

Baseline	**Horizontal RMS (m)**	**Vertikal RMS (m)**
A1	0,010	0,014
A2	0,005	0,010
A3	0,006	0,008
A4	0,004	0,004
B1	0,006	0,010
B2	0,005	0,005
B3	0,005	0,010
B4	0,007	0,012
C1	0,363	0,624
C2	0,585	0,359
C3	0,016	0,011
C4	0,018	0,045
D1	0,013	0,018
D2	0,018	0,019
D3	0,013	0,021
D4	0,056	0,068

Baseline	Horizontal RMS (m)	Vertikal RMS (m)
E1	0,053	0,111
E2	0,180	0,254
E3	0,338	0,301
E4	0,022	0,025

Tabel. 4.14 Koordinat Hasil Pengolahan Satelit GLONASS

Titik	Grid *Northing* (m)	Grid *Easting* (m)	Elevasi (m)
A1	9195507,718	698480,538	36,488
A2	9194697,610	696953,266	35,634
A3	9194343,899	697476,972	35,938
A4	9193745,292	697844,292	35,406
B1	9195028,763	693065,260	36,815
B2	9194101,022	693153,328	37,110
B3	9190478,317	693096,678	36,163
B4	9189308,522	696656,248	35,528
C1	9198282,672	688679,381	35,508
C2	9196401,248	688126,433	38,196
C3	9194663,607	687562,832	50,815
C4	9192105,251	688644,009	39,989
D1	9197695,043	683535,950	37,317
D2	9196202,938	683506,358	49,721
D3	9193676,885	683513,267	57,405
D4	9189891,117	684664,905	44,227
E1	9203722,272	679531,401	35,060
E2	9201817,197	678864,620	33,049

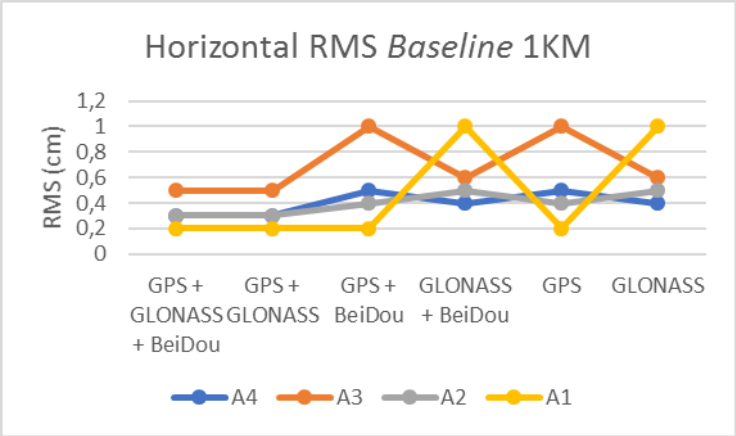
Titik	Grid *Northing* (m)	Grid *Easting* (m)	Elevasi (m)
E3	9200260,418	677987,016	36,290
E4	9199201,921	677709,981	41,464

Dari Tabel 4.13 dan Tabel 4.14 tersebut didapatkan nilai RMS *error* terkecil berada pada *baseline* C2 dengan nilai sebesar 0,585 m, RMS terkecil didapatkan pada *baseline* A4 dan rata – rata dari nilai RMS *error* ini sebesar 0,086 m.

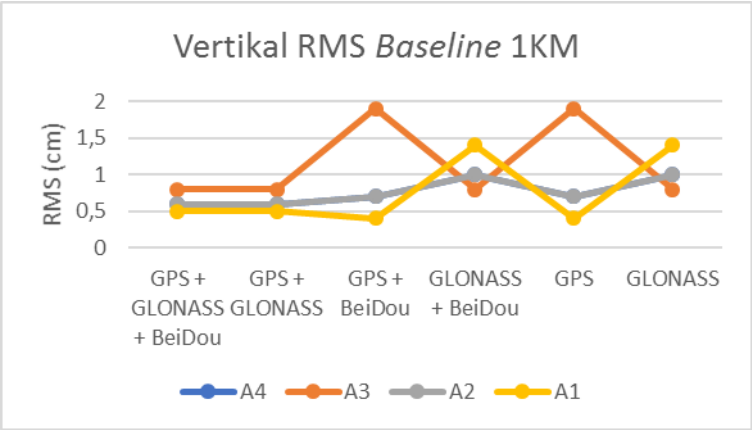
4.2 Hasil dan Analisis Perbandingan Nilai RMS *ERROR*

a. Hasil dan Analisa RMS *Error Baseline* 1 KM

Nilai RMS E hasil pengolahan akan disajikan di bawah. Grafik disajikan secara keseluruhan berdasar kode *baseline* yang sama dan berisi nilai RMS dari semua kombinasi satelit yang digunakan.



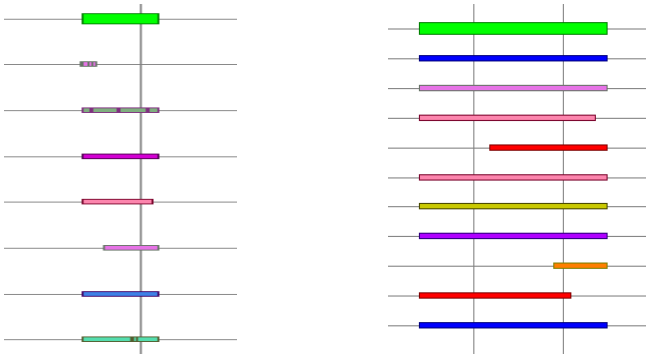
Gambar. 4.3 Horizontal RMS *baseline* 1 KM



Gambar. 4.4 Vertikal RMS *baseline* 1 KM

Hasil dari pengolahan data menghasilkan horizontal RMS *error* dan Vertikal RMS error. Nilai RMS *error* horizontal *baseline* 1 KM menunjukkan bahwa pada penggunaan satelit GPS + GLONASS + BEIDOU dengan GPS + GLONASS memiliki nilai yang sama untuk ke 4 *baseline*. Nilai RMS mengalami kenaikan pada penggunaan GPS + BEIDOU pada *baseline* A2, A3, dan A4 sedangkan untuk *baseline* A1 tidak mengalami perubahan. Pada penggunaan satelit GLONASS + BEIDOU mengalami kenaikan jika dibandingkan dengan GPS + GLONASS + ataupun GPS + GLONASS + BEIDOU yang memiliki nilai RMS *error* terkecil. Kenaikan terbesar terjadi pada *baseline* 1 KM dengan nilai RMS *error* sebesar 0.01 m. Sedangkan jika dibandingkan dengan penggunaan satelit GPS + BEIDOU nilai RMS *error* mengalami kenaikan pada *baseline* 1 dan *baseline* 2 dan mengalami penurunan pada *baseline* 3 dan *baseline* 4. Pada penggunaan satelit GPS menunjukkan hasil yang sama dengan penggunaan satelit GPS + BEIDOU, nilai tetap didapatkan pada *baseline* A1 dan mengalami kenaikan pada *baseline* A2, A3, dan A4 jika dibandingkan dengan hasil

pengolahan GPS + GLONASS + BEIDOU ataupun GPS + GLONASS. Sedangkan nilai RMS *error* penggunaan satelit GLONASS juga mengalami hal yang seperti penggunaan satelit GPS, nilai yang didapat sama dengan penggunaan GLONASS + BEIDOU yang mana mengalami kenaikan untuk semua *baseline*. Hal ini dikarenakan sinyal GPS lebih banyak dan lebih stabil jika dibandingkan dengan sinyal GLONASS yang lebih sedikit dan putus – putus atau mengalami *cycle slips*. Pada RMS Vertikal penggunaan satelit GPS + BEIDOU dan satelit GPS mengalami penurunan nilai sebesar 0.001 m jika dibandingkan dengan penggunaan satelit GPS + GLONASS + BEIDOU dan GPS + GLONASS, hal ini terjadi pada *baseline* A1. Sedangkan untuk *baseline* A2, A3 dan A4 mengalami kenaikan dengan nilai 0.008 m untuk A2 dan A4, 0.01 m untuk A3 yang mana merupakan nilai RMS *error* terbesar. Penggunaan satelit GLONASS + BEIDOU tidak mengalami perubahan nilai RMS pada *baseline* A3 jika dibandingkan dengan penggunaan satelit GPS + GLONASS + BEIDOU ataupun GPS + GLONASS, mengalami kenaikan pada *baseline* A1, A3, dan A4. Secara keseluruhan nilai RMS *error* horizontal terjadi kenaikan pada penggunaan satelit GPS + BEIDOU, GLONASS + BEIDOU, GPS dan GLONASS kecuali untuk *baseline* A1 kenaikan hanya terjadi pada penggunaan satelit GLONASS + BEIDOU dan GLONASS. Penurunan nilai ini dikarenakan jumlah sinyal yang ditangkap pada pengolahan dengan GLONASS + BEIDOU lebih sedikit jika dibandingkan dengan pengolahan dengan GPS seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini



a b

Gambar. 4.5 (a) sinyal satelit pengolahan GLONASS + BEIDOU , (b) sinyal Satelit pengolahan GPS

Gambar sebelah kiri (a) menunjukkan sinyal satelit yang ditangkap pada pengolahan GLONASS + BEIDOU sedangkan pada gambar sebelah kanan (b) menunjukkan sinyal satelit pengolahan GPS. Dapat dilihat bahwa pada gambar b sinyal lebih banyak dan lebih stabil jika dibandingkan dengan gambar kiri yang lebih sedikit dan putus – putus atau mengalami *cycle slips*. Pada *baseline* A3 juga terjadi kenaikan pada pengolahan satelit GPS + BEIDOU dikarenakan sinyal satelit mengalami hal yang sama, yaitu *cycle slips*.

Pola kenaikan nilai Vertikal RMS *error* yang terlihat pada gambar di atas hampir sama seperti yang terjadi pada horizontal RMS *error* tetapi dengan nilai yang berbeda. kenaikan yang cukup tinggi terjadi pada *basaline* A1 dan A3, pada *baseline* A2 dan A4 memiliki nilai yang sama. Nilai paling bagus didapatkan pada pengukuran *baseline* A1 dikarenakan tempat pengukuran yang lebih terbuka jika dibandingkan dengan lokasi yang lainnya, lokasi pengukuran dapat dilihat pada lembar lampiran.

Rata – rata nilai RMS *error* yang didapat pada *baseline* 1KM ini sebesar 0,004 m.

Pada hasil pengolahan *baseline* 1 KM ini toleransinya adalah 3 mm. Hasil pengolahan dan toleransi disajikan pada Tabel 4.15 berikut.

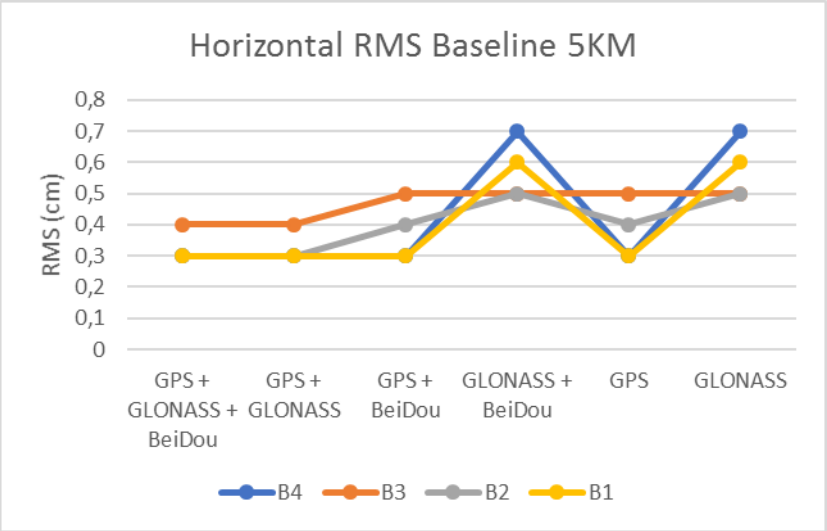
Tabel. 4.15 Toleransi *Baseline* 1 KM

Strategi Pengolahan	*Baseline* 1KM	Hasil Pengolahan (mm)	Toleransi (mm)
GPS + GLONASS + BEIDOU	A1	2	3
	A2	3	
	A3	5	
	A4	3	
GPS + GLONASS	A1	2	3
	A2	3	
	A3	5	
	A4	3	
GPS + BEIDOU	A1	2	3
	A2	4	
	A3	10	
	A4	5	
GLONASS + BEIDOU	A1	10	3
	A2	5	
	A3	6	
	A4	4	
GPS	A1	2	3
	A2	4	
	A3	10	
	A4	5	
GLONASS	A1	10	3
	A2	5	
	A3	6	
	A4	4	

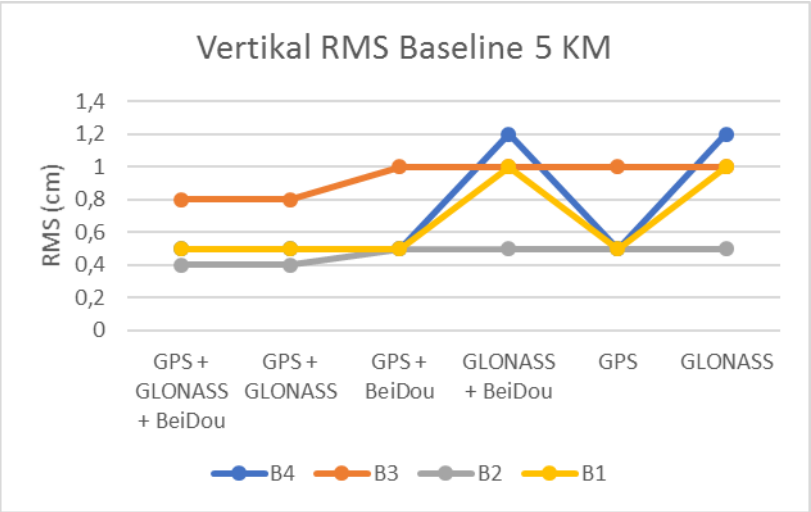
Pada *baseline* 1KM, rata – rata semua strategi masuk toleransi kecuali penggunaan satelit GLONASS + BEIDOU yang tidak masuk toleransi dengan nilai diatas 3 mm. Penggunaan GPS + GLONASS + BEIDOU dan GPS + GLONASS masuk toleransi kecuali A3. GPS +BEIDOU dan GPS masuk toleransi hanya pada *baseline* A1 dengan nilai 2 mm, sedangkan pada GLONASS + BEIDOU dan GLONASS tidak terdapat hasil pengolahan yang memasuki toleransi.

b. Hasil dan Analisa RMS *Error Baseline* 5 KM

Seperti pada *baseline* 1 KM pada *baseline* 5 KM pola yang sama hampir terjadi. Hasil dari perbandingan RMS *error* dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan Gambar. 4.7. Pada Gambar tersebut akan disajikan grafik perbedaan dari RMS *error baseline* 5 KM pada setiap strategi pengolahan.



Gambar. 4.6 Horizontal RMS *baseline* 5 KM

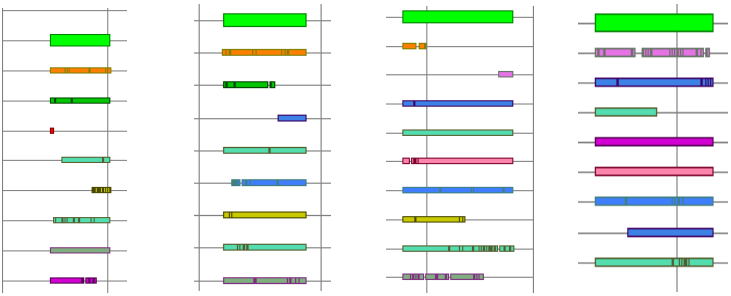


Gambar. 4.7 Vertikal RMS *baseline* 5 KM

Gambar 4.6 dan Gambar 4.7 menunjukkan bahwa nilai RMS *error* pada penggunaan satelit GPS + GLONASS + BEIDOU dengan GPS + GLONASS memiliki nilai yang sama untuk keempat *baseline* baik itu nilai RMS *error* horizontal ataupun vertikal. Kenaikan RMS *error* horizontal terjadi pada *baseline* B2 dan B3 pada penggunaan satelit GPS + BEIDOU sebesar 0,001 m untuk masing – masing *baseline.* Nilai RMS *error* Vertikal pada *baseline* B2 terjadi kenaikan 0,001 m dan 0,002 pada *baseline* B3. Hal yang sama didapatkan dengan pengolahan dengan menggunakan Satelit GPS saja. Sedangkan Pada penggunaan satelit GLONAS + BEIDOU dan GLONASS saja terjadi kenaikan pada semua *baseline.* Kenaikan untuk RMS *error* Horizontal sebesar 0,004 m untuk *baseline* B4, 0,003 m untuk *baseline* B1, 0,002 m untuk *baseline* B2, dan 0,001 untuk *baseline* B3.

Pada RMS *error* Vertikal kenaikan sebesar 0,007 m terjadi pada *baseline* B4 dan ini merupakan nilai terbesar yang ada pada

baseline 5 KM. 0,005 m untuk *baseline* B1, 0,002 untuk *baseline* B3, dan 0,001 untuk *baseline* B2. Dari hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan satelit GPS + GLONASS + BEIDOU atau GPS + GLONASS menghasilkan nilai paling baik dan penggunaan satelit GLONASS menghasilkan nilai paling besar. Kenaikan nilai RMS *error* terjadi yang cukup signifikan pada hasil pengolahan GLONASS + BEIDOU baik itu pada horizontal RMS ataupun Vertikal RMS. Kenaikan ini karena terjadinya *cycle slips* pada sinyal yang diterima seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



B1 B2 B3 B4

Gambar. 4.8 Sinyal Satelit pengolahan GLONASS + BEIDOU

Pada Gambar. 4.8 Terlihat bahwa semua sinyal pada *baseline* 5KM mengalami *cycle slips*. Gambar tersebut merupakan sinyal satelit yang didapatkan, dan *cycle slips* ditandai dengan terputus – putusnya sinyal tersebut. Sehingga yang seharusnya hanya terdapat 1 kotak setiap baris berubah menjadi beberapa kotak kecil akibat *cycle slips*. Nilai rata – rata dari RMS *baseline* 5 KM sebesar 0,004 m.

Pada *baseline* 5 KM hampir semua strategi masuk toleransi yang ada yaitu 5mm. Hasil pengolahan dan toleransi disajikan pada Tabel 4.16 berikut.

Tabel. 4.16 Toleransi *Baseline* 5 KM

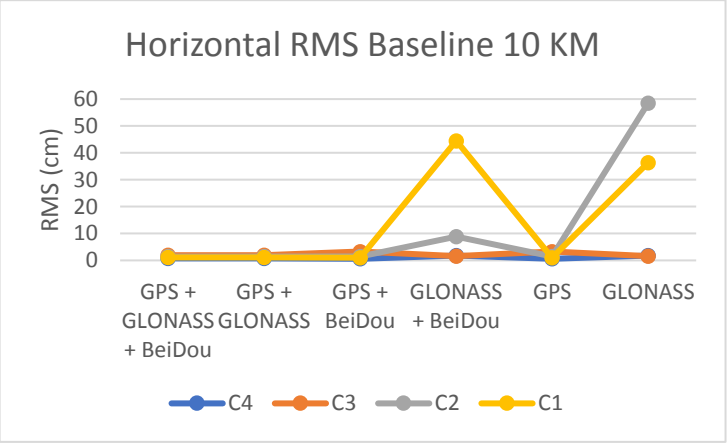
Strategi Pengolahan	*Baseline* 5 KM	Hasil Pengolahan (mm)	Toleransi (mm)
GPS + GLONASS + BEIDOU	B1	3	5
	B2	3	
	B3	4	
	B4	3	
GPS + GLONASS	B1	3	5
	B2	3	
	B3	4	
	B4	3	
GPS + BEIDOU	B1	3	5
	B2	4	
	B3	5	
	B4	3	
GLONASS + BEIDOU	B1	6	5
	B2	5	
	B3	5	
	B4	7	
GPS	B1	3	5
	B2	4	
	B3	5	
	B4	3	
GLONASS	B1	6	5
	B2	5	
	B3	5	
	B4	7	

Pada *baseline* 5 KM, rata – rata hampir semua strategi masuk Penggunaan GPS + GLONASS + BEIDOU, GPS + GLONASS, GPS + GLONASS, dan GPS masuk toleransi semuanya dengan nilai ≤ 5 mm. Sedangkan pada GLONASS + BEIDOU dan GLONASS masuk toleransi pada *baseline* B2 dan

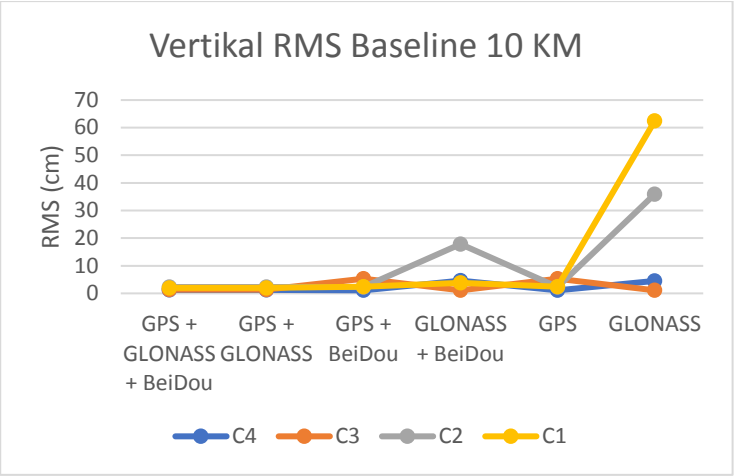
B3 dengan nilai 5 mm dan B1 dan B4 tidak memasuki toleransi dengan nilai 6 mm dan 7 mm.

c. Hasil dan Analisa RMS *Error Baseline* 10 KM

Pada *baseline* 10 KM kenaikan terjadi pada pengolahan GLONASS + BEIDOU dan GLONASS saja, kenaikan tertinggi terjadi pada pengolahan dengan GLONASS saja. Pola dari perbedaan nilai RMS *error* ini dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan 4.9 di bawah ini.



Gambar. 4.9 Horizontal RMS *baseline* 10 KM



Gambar. 4.10 Vertikal RMS *baseline* 10 KM

Hasil dari RMS *error baseline* 10 KM menunjukkan nilai RMS *error* horizontal penggunaan satelit GPS + GLONASS + BEIDOU dan GPS + GLONASS memiliki nilai yang sama untuk ke 4 *baseline* baik itu nilai RMS *error* horizontal ataupun vertikal, memiliki nilai paling rendah pada *baseline* C saja, tidak pada semua *baseline*. Nilai terendah *baseline* C3 didapatkan melalui penggunaan satelit GLONASS + BEIDOU dan GLONASS saja, sedang nilai terkecil untuk dua *baseline* yang lain, C1 dan C4 didapatkan melalui penggunaan satelit GPS + BEIDOU dan GPS saja. Nilai terbesar didapatkan pada penggunaan satelit GLONASS saja pada *baseline* C2 dengan nilai 0,585 m. sedangkan pada nilai RMS *error* vertikal nilai terkecil pada *baseline* C1 dan C2 didapatkan melalui penggunaan satelit GPS + GLONASS + BEIDOU dan GPS + GLONASS dengan hasil yang sama. Penggunaan satelit GLONASS + BEIDOU untuk *baseline* C3 dan C4 dengan penggunaan GPS + BEIDOU. Nilai terbesar didapatkan dengan penggunaan satelit GLONASS saja dengan nilai 0,624 m

pada *baseline* C1. Didapatkan nilai yang cukup tinggi pada pengolahan dengan menggunakan satelit GLONASS sinyal yang ditangkap sedikit jika dibandingkan dengan GPS, sehingga penghilangan sinyal GPS sangat berpengaruh. Begitu pula dengan penghilangan sinyal BEIDOU yang mengakibatkan nilai GLONASS saja memiliki nilai yang tinggi.

Toleransi pada *baseline* 10 KM adalah 7,5 mm. hasil perbandingan terhadap toleransi pada tabel 4.17 berikut.

Tabel. 4.17 Toleransi *Baseline* 10 KM

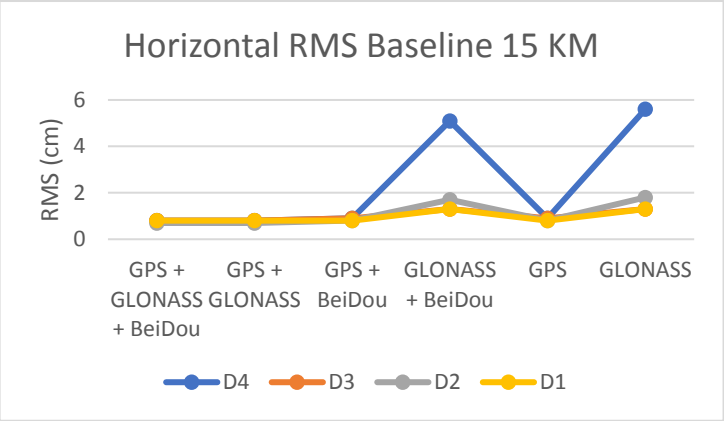
Strategi Pengolahan	*Baseline* 15 KM	Hasil Pengolahan (mm)	Toleransi (mm)
GPS + GLONASS + BEIDOU	C1	11	7,5
	C2	14	
	C3	19	
	C4	7	
GPS + GLONASS	C1	11	7,5
	C2	14	
	C3	19	
	C4	7	
GPS + BEIDOU	C1	10	7,5
	C2	15	
	C3	33	
	C4	6	
GLONASS + BEIDOU	C1	445	7,5
	C2	88	
	C3	16	
	C4	18	
GPS	C1	10	7,5
	C2	15	
	C3	33	
	C4	6	
GLONASS	C1	363	7,5
	C2	585	

Strategi Pengolahan	*Baseline* 15 KM	Hasil Pengolahan (mm)	Toleransi (mm)
	C3	16	
	C4	18	

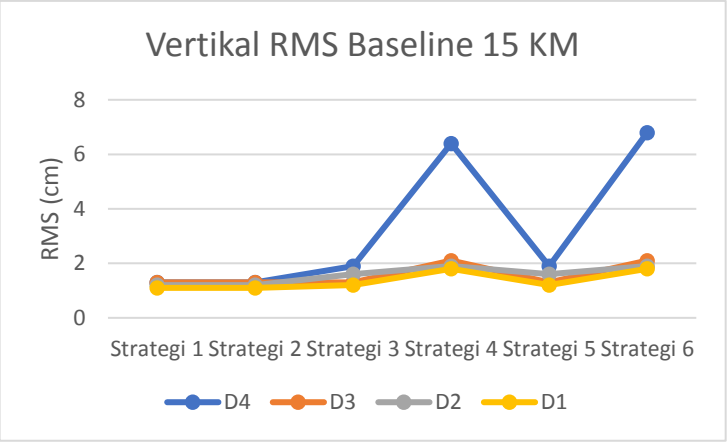
Pada *baseline* 10 KM ini hasil yang didapatkan hampir keseluruhan tidak masuk toleransi pengukuran yang ada, nilai RMS error yang didapatkan hampir semuanya berada diatas 7,5 mm yang merupakan nilai toleransi *baseline* 10 KM. Hasil yang memasuki toleransi hanya didapatkan pada *baseline* C4 dengan nilai 7 mm untuk penggunaan satelit GPS + GLONASS+ BEIDOU dan GPS + GLONASS dan nilai terkecil dengan penggunaan satelit GPS + BEIDOU dan GPS dengan nilai 6 mm.

d. Hasil dan Analisa RMS *Error Baseline* 15 KM

Pada *baseline* 15 KM nilai RMS yang didapat cukup stabil. Hanya terdapat 1 *baseline* yang mengalami kenaikan yang signifikan. Perbedaan nilai RMS *error* ini dapat dilihat pada Gambar 4.11 dan Gambar 4.12 berikut.



Gambar. 4.11 Horizontal RMS *baseline* 15 KM



Gambar. 4.12 Vertikal RMS *baseline* 15 KM

Gambar 4.11 dan Gambar. 4.12 menunjukkan nilai RMS *error* horizontal terkecil didapatkan dengan penggunaan satelit GPS + GLONASS + BEIDOU dan GPS + GLONASS untuk *baseline* D2 dengan nilai 0,007 m, D2, dan D4 dengan nilai 0,008 m. Sedangkan untuk *baseline* D1 didapatkan melalui penggunaan satelit GPS + GLONASS + BEIDOU, GPS + GLONASS dan GPS + BEIDOU dengan nilai 0.008 m. Penurunan paling besar terjadi pada penggunaan satelit GLONAS saja dengan nilai 0,056 m pada *baseline* D4. Pada nilai RMS *error* Vertikal penggunaan satelit GPS + GLONASS + BEIDOU dan GPS + GLONASS menghasilkan nilai terkecil yaitu 0,011 m untuk *baseline* D1, 0,012 m *baseline* D2, dan 0,013 m untuk *baseline* D3 dan D4. Pada penggunaan satelit GPS + BEIDOU pada *baseline* D3 juga menunjukkan hasil yang sama dan terjadi kenaikan 0,001 m pada *baseline* D1, 0,004 pada *baseline* D2, dan 0,006 m pada *baseline* D4. Sementara pada penggunaan satelit GLONASS + BEIDOU terjadi kenaikan pada semua *baseline*. Kenaikan terbesar terjadi

pada penggunaan satelit GLONASS saja dengan nilai 0,068 m pada *baseline* D4. Pada *baseline* 15 KM nilai RMS yang didapat cukup stabil. Kenaikan terjadi pada pengolahan GLONASS + BEIDOU dan BEIDOU pada *baseline* D4 dikarenakan lokasi yang kurang terbuka.

Toleransi pada *baseline* 15 KM adalah 10 mm. hasil perbandingan terhadap toleransi pada tabel 4.18 berikut.

Tabel. 4.18 Toleransi *Baseline* 15 KM

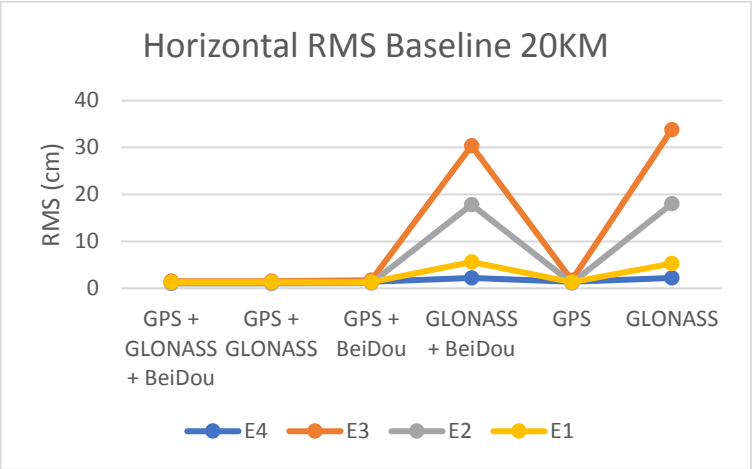
Strategi Pengolahan	*Baseline* 15 KM	Hasil Pengolahan (mm)	Toleransi (mm)
GPS + GLONASS + BEIDOU	D1	8	10
	D2	7	
	D3	8	
	D4	8	
GPS + GLONASS	D1	8	10
	D2	7	
	D3	8	
	D4	8	
GPS + BEIDOU	D1	8	10
	D2	8	
	D3	9	
	D4	9	
GLONASS + BEIDOU	D1	13	10
	D2	17	
	D3	13	
	D4	51	
GPS	D1	8	10
	D2	8	
	D3	9	
	D4	9	
GLONASS	D1	13	10
	D2	18	
	D3	13	

Strategi Pengolahan	*Baseline* 15 KM	Hasil Pengolahan (mm)	Toleransi (mm)
	D4	56	

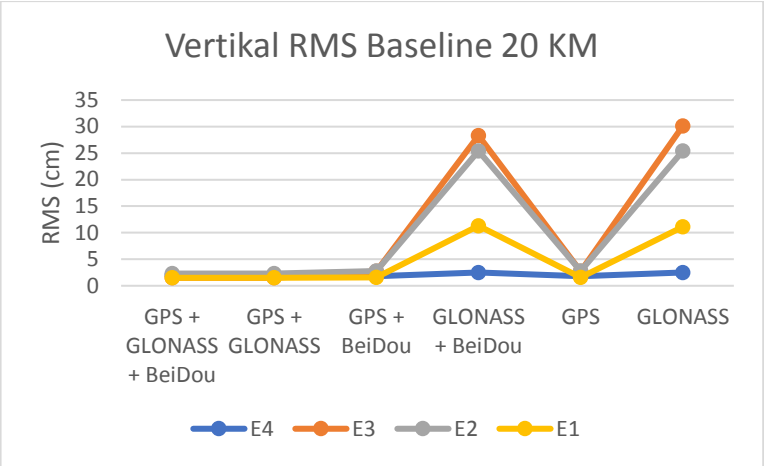
Pada *baseline* 15KM ini semua hasil masuk toleransi kecuali penggunaan satelit GLONASS + BEIDOU dan GLONASS yang memiliki nilai RMS lebih besar dari 10 mm untuk semua *baseline*.

e. Hasil dan Analisa RMS *Error Baseline* 20 KM

Baseline dengan jarak paling jauh yang dipakai pada tugas akhir ini, yaitu dengan jarak 20 KM. Nilai dari horizontal RMS *error* dan vertikal RMS *error* pada pengolahan ini memiliki pola yang hampir sama, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.13 dan Gambar 4.14 berikut.



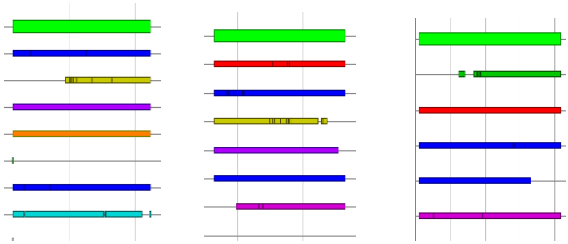
Gambar. 4.13 Horizontal RMS *baseline* 20 KM



Gambar. 4.14 Vertikal RMS *baseline* 20 KM

Nilai RMS *error* terbaik didapat pada penggunaan satelit GPS + GLONASS + BEIDOU dan GPS + GLONASS, pada penggunaan satelit GPS + BEIDOU tidak terjadi perubahan di *baseline* E1, terjadi kenaikan pada ketiga *baseline* yang lain pada nilai RMS *error* horizontal, sedangkan pada RMS *error* vertikal penggunaan satelit ini menghasilkan nilai terkecil pada *baseline* E4 dengan nilai 0,018 m, dan tiga *baseline* yang lain mengalami kenaikan 0,001 m untuk E1, 0,005 m untuk E2, dan untuk E3 sebesar 0,012 m. Nilai ini sama dengan penggunaan satelit GPS saja. Untuk penggunaan satelit GLONASS + BEIDOU mengalami kenaikan yang cukup tinggi dengan nilai 0,304 m untuk E3, nilai ini bertambah besar saat satelit BEIDOU tidak digunakan atau hanya menggunakan GLONASS saja, begitu pula yang terjadi pada RMS *error* Vertikal *baseline* E3, yang awalnya menggunakan satelit GLONASS + BEIDOU bernilai 0,283 m menjadi 0,301 m dengan dihilangkannya satelit BEIDOU. Pada Gambar. 4.15 dan Gambar. 4.16 terlihat bahwa grafik dari penggunaan satelit GLONASS + BEIDOU dan

GLONASS mengalami kenaikan pada semua *baseline*, ini menunjukkan bahwa tanpa penggunaan satelit GPS nilai RMS naik secara drastis. Pada *baseline* 20 KM kenaikan nilai RMS *error* terjadi yang cukup signifikan pada hasil pengolahan GLONASS + BEIDOU baik itu pada horizontal RMS ataupun vertikal RMS. Kenaikan ini disebabkan karena terjadinya *cycle slips* pada sinyal yang diterima seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



E1 E2 E3

Gambar. 4. 15 Sinyal Satelit pengolahan GLONASS + BEIDOU

Toleransi pada *baseline* 20 KM adalah 7,5 mm. hasil perbandingan terhadap toleransi pada tabel 4.18 berikut.

Tabel. 4.19 Toleransi *Baseline* 20 KM

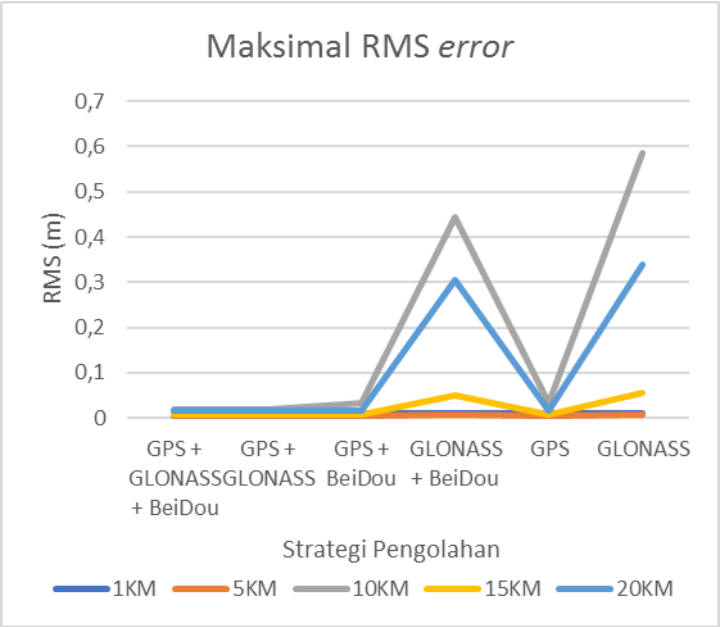
Strategi Pengolahan	*Baseline* 20 KM	Hasil Pengolahan (mm)	Toleransi (mm)
GPS + GLONASS + BEIDOU	E1	13	12,5
	E2	10	
	E3	15	
	E4	13	
GPS + GLONASS	E1	13	12,5
	E2	10	
	E3	15	
	E4	13	

Strategi Pengolahan	*Baseline* 20 KM	Hasil Pengolahan (mm)	Toleransi (mm)
GPS + BEIDOU	E1	13	12,5
	E2	11	
	E3	17	
	E4	13	
GLONASS + BEIDOU	E1	56	12,5
	E2	178	
	E3	304	
	E4	22	
GPS	E1	13	12,5
	E2	11	
	E3	17	
	E4	14	
GLONASS	E1	53	12,5
	E2	18	
	E3	338	
	E4	22	

Pada *baseline* 20 Km ini hanya satu *baseline* yang masuk toleransi yang ada, yaitu pada *baseline* E2 dengan nilai 10 mm menggunakan kombinasi satelit GPS+GLONASS+BEIDOU, GPS +GLONASS, dan 11 mm dengan menggunakan kombinasi satelit GPS + BEIDOU dan GPS saja. Sedangkan nilai RMS pada *baseline* yang lainnya masih berada diatas 12,5 mm.

f. Hasil dan Analisa RMS *Error keseluruhan Baseline*

Nilai RMS *error* dari masing – masing *baseline* menunjukkan pola yang hampir sama. Kenaikan nilai yang signifikan terjadi mayoritas pada pengolahan GLONASS + BEIDOU dan GLONASS. Pada Gambar. 4.16 berikut akan disajikan grafik nilai maksimal pada setiap kombinasi pengolahan data disetiap *baseline*.



Gambar. 4.16 Maksimal RMS *Error*

Dari gambar terlihat bahwa kenaikan yang signifikan terjadi pada pengolahan GLONASS + BEIDOU dan GLONASS, terutama pada *baseline* 10 KM, 15KM dan, 20KM. Baseline 10 KM memiliki nilai paling besar. Hal ini dikarenakan lokasi dari pengukuran yang kurang terbuka jika dibandingkan dengan lokasi yang lainnya. Kenaikan nilai ini akan dijelaskan pada sub bab 4.4 Analisis Panjang *Baseline*

4.3 Hasil dan Analisis Perbandingan Koordinat Pengolahan

Perbandingan nilai koordinat dilakukan dengan menggunakan 2 cara, yang pertama berdasarkan kombinasi satelit yang digunakan, dan yang kedua dilakukan secara keseluruhan untuk setiap titik pada strategi pengolahan terhadap strategi pengolahan

menggunakan satelit GPS + GLONASS + BEIDOU. Nilai dari selisih akan dibuat ke nilai absolut untuk menghindari nilai negatif. Pada Tabel 4.20 sampai dengan Tabel 4.58 berikut akan disajikan perbedaan koordinat *Easting*, dan *Northing* setiap titik *baseline*. Setiap satu baris dari kiri ke kanan akan menunjukkan nilai perbedaan koordinat dari strategi pengolahan yang tertera pada kolom pertama dikurangi dengan strategi pengolahan yang tertera pada baris pertama.

Tabel. 4.20 Selisih Koordinat *Northing Baseline* A1

A1	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,023	0,000	0,023	0,020	0,020
GPS	0,023	0,000	0,023	0,000	0,003	0,003
GLONASS +BEIDOU	0,000	0,023	0,000	0,023	0,020	0,020
GPS+ BEIDOU	0,023	0,000	0,023	0,000	0,003	0,003
GPS+ GLONASS	0,020	0,003	0,020	0,003	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,020	0,003	0,020	0,003	0,000	0,000

Tabel. 4.21 Selisih Koordinat *Easting Baseline* A1

A1	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,033	0,000	0,033	0,033	0,033
GPS	0,033	0,000	0,033	0,000	0,000	0,000
GLONASS +BEIDOU	0,000	0,033	0,000	0,033	0,033	0,033
GPS+ BEIDOU	0,033	0,000	0,033	0,000	0,000	0,000
GPS+ GLONASS	0,033	0,000	0,033	0,000	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,033	0,000	0,033	0,000	0,000	0,000

Tabel 4.20 dan Tabel 4.21 menunjukkan perbedaan koordinat paling kecil terjadi pada pengolahan dengan menggunakan satelit GPS + GLONASS + BAIDOU terhadap pengolahan menggunakan satelit GPS + GLONASS dengan selisih nilai nol, baik pada *northing* maupun *easting* sedangkan perbedaan terbesar terjadi pada penggunaan satelit GPS, GLONASS, GPS + BEIDOU, dan GLONASS + BEIDOU dengan selisih sebesar 0,023 m untuk *northing*. Sedangkan pada *easting* selain nilai terkecil, perbedaan selisih koordinat antara kombinasi lainnya bernilai sama yaitu 0,033 m.

Tabel. 4.22 Selisih Koordinat *Northing Baseline* A2

A2	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,009	0,000	0,009	0,007	0,007
GPS	0,009	0,000	0,009	0,000	0,002	0,002
GLONASS +BEIDOU	0,000	0,009	0,000	0,009	0,007	0,007
GPS+ BEIDOU	0,009	0,000	0,009	0,000	0,002	0,002
GPS+ GLONASS	0,007	0,002	0,007	0,002	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,007	0,002	0,007	0,002	0,000	0,000

Tabel. 4.23 Selisih Koordinat *Easting Baseline* A2

A2	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,011	0,000	0,011	0,005	0,005
GPS	0,011	0,000	0,011	0,000	0,006	0,006
GLONASS +BEIDOU	0,000	0,011	0,000	0,011	0,005	0,005
GPS+ BEIDOU	0,011	0,000	0,011	0,000	0,006	0,006

A2	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GPS+ GLONASS	0,005	0,006	0,005	0,006	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,005	0,006	0,005	0,006	0,000	0,000

Pada titik A2 perbedaan selisih koordinat terbesar terjadi pada penggunaan satelit GPS, GLONASS, GPS + BEIDOU, dan GLONASS + BEIDOU dengan selisih sebesar 0,009 m untuk *northing* dan 0,011 m untuk *easting.* Sedangkan nilai terkecil bernilai nol.

Tabel. 4.24 Selisih Koordinat *Northing Baseline* A3

A3	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,006	0,000	0,006	0,003	0,003
GPS	0,006	0,000	0,006	0,000	0,009	0,009
GLONASS +BEIDOU	0,000	0,006	0,000	0,006	0,003	0,003
GPS+ BEIDOU	0,006	0,000	0,006	0,000	0,009	0,009
GPS+ GLONASS	0,003	0,009	0,003	0,009	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,003	0,009	0,003	0,009	0,000	0,000

Tabel. 4.25 Selisih Koordinat *Easting Baseline* A3

A3	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,016	0,000	0,016	0,000	0,000
GPS	0,016	0,000	0,016	0,000	0,016	0,016
GLONASS +BEIDOU	0,000	0,016	0,000	0,016	0,000	0,000
GPS+ BEIDOU	0,016	0,000	0,016	0,000	0,016	0,016
GPS+ GLONASS	0,000	0,016	0,000	0,016	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,000	0,016	0,000	0,016	0,000	0,000

Nilai terbesar pada titik A3 bernilai 0,009 m untuk *northing*, terjadi pada pengolahan Pada GPS, GPS + GLONASS dan GPS + BEIDOU, dan untuk *easting* selisih terbesar bernilai 0,016 m. Selisih terkecil bernilai nol terjadi pada pengolahan dengan menggunakan satelit GPS + GLONASS + BAIDOU terhadap pengolahan menggunakan satelit GPS + GLONASS.

Tabel. 4.26 Selisih Koordinat *Northing Baseline* A4

A4	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,016	0,000	0,016	0,012	0,012

A4	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GPS	0,016	0,000	0,016	0,000	0,004	0,004
GLONASS +BEIDOU	0,000	0,016	0,000	0,016	0,012	0,012
GPS+ BEIDOU	0,016	0,000	0,016	0,000	0,004	0,004
GPS+ GLONASS	0,012	0,004	0,012	0,004	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,012	0,004	0,012	0,004	0,000	0,000

Tabel. 4.27 Selisih Koordinat *Easting Baseline* A4

A4	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,023	0,000	0,023	0,021	0,021
GPS	0,023	0,000	0,023	0,000	0,002	0,002
GLONASS +BEIDOU	0,000	0,023	0,000	0,023	0,021	0,021
GPS+ BEIDOU	0,023	0,000	0,023	0,000	0,002	0,002
GPS+ GLONASS	0,021	0,002	0,021	0,002	0,000	0,000

A4	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,021	0,002	0,021	0,002	0,000	0,000

Pada titik A4 perbedaan terbesar bernilai 0,016 m untuk *northing* dan 0,023 m untuk *easting*. Sedangkan untuk perbedaan terkecil bernilai nol. Pola perbedaan ini merupakan yang paling sering terjadi pada setiap titik, dimana kedua perbedaan terbesar tadi terjadi pada penggunaan satelit GPS, GLONASS, GPS + BEIDOU dan GLONASS + BEIDOU.

Tabel. 4.28 Selisih Koordinat *Northing Baseline* B1

B1	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,015	0,000	0,015	0,013	0,013
GPS	0,015	0,000	0,015	0,000	0,002	0,002
GLONASS +BEIDOU	0,000	0,015	0,000	0,015	0,013	0,013
GPS+ BEIDOU	0,015	0,000	0,015	0,000	0,002	0,002
GPS+ GLONASS	0,013	0,002	0,013	0,002	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,013	0,002	0,013	0,002	0,000	0,000

Tabel. 4.29 Selisih Koordinat *Easting Baseline* B1

B1	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,008	0,000	0,008	0,007	0,007
GPS	0,008	0,000	0,008	0,000	0,001	0,001
GLONASS +BEIDOU	0,000	0,008	0,000	0,008	0,007	0,007
GPS+ BEIDOU	0,008	0,000	0,008	0,000	0,001	0,001
GPS+ GLONASS	0,007	0,001	0,007	0,001	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,007	0,001	0,007	0,001	0,000	0,000

Pada titik B1, selisih koordinat terkecil terjadi pada pengolahan satelit GPS + GLONASS + BEIDOU terhadap satelit GPS + GLONASS dengan selisih nilai nol, baik pada *northing* maupun *easting* sedangkan perbedaan terbesar terjadi pada penggunaan satelit GPS, GLONASS, GPS + BEIDOU, dan GLONASS + BEIDOU dengan selisih sebesar 0,015 m untuk *northing* dan 0,008 m untuk *easting*.

Tabel. 4.30 Selisih Koordinat *Northing Baseline* B2

B2	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,012	0,000	0,012	0,008	0,008

B2	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GPS	0,012	0,000	0,012	0,000	0,004	0,004
GLONASS +BEIDOU	0,000	0,012	0,000	0,012	0,008	0,008
GPS+ BEIDOU	0,012	0,000	0,012	0,000	0,004	0,004
GPS+ GLONASS	0,008	0,004	0,008	0,004	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,008	0,004	0,008	0,004	0,000	0,000

Tabel. 4.31 Selisih Koordinat *Easting Baseline* B2

B2	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,004
GPS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,004
GLONASS +BEIDOU	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,004
GPS+ BEIDOU	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,004
GPS+ GLONASS	0,004	0,004	0,004	0,004	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,004	0,004	0,004	0,004	0,000	0,000

Perbedaan selisih koordinat Titik B2, pada nilai *northing* selisih terbesar bernilai 0,012 m untuk *northing* terjadi pada penggunaan satelit GPS, GLONASS, GPS + BEIDOU, dan GLONASS + BEIDOU, dan nilai terkecil bernilai nol. Kombinasi ini pada *easting* bernilai nol dan selisih terbesar untuk *easting* bernilai 0,004 m.

Tabel. 4.32 Selisih Koordinat *Northing Baseline* B3

B3	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,022	0,000	0,022	0,016	0,016
GPS	0,022	0,000	0,022	0,000	0,006	0,006
GLONASS +BEIDOU	0,000	0,022	0,000	0,022	0,016	0,016
GPS+ BEIDOU	0,022	0,000	0,022	0,000	0,006	0,006
GPS+ GLONASS	0,016	0,006	0,016	0,006	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,016	0,006	0,016	0,006	0,000	0,000

Tabel. 4.33 Selisih Koordinat *Easting Baseline* B3

B3	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,035	0,001	0,035	0,015	0,015

B3	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GPS	0,035	0,000	0,034	0,000	0,020	0,020
GLONASS +BEIDOU	0,001	0,034	0,000	0,034	0,014	0,014
GPS+ BEIDOU	0,035	0,000	0,034	0,000	0,020	0,020
GPS+ GLONASS	0,015	0,020	0,014	0,020	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,015	0,020	0,014	0,020	0,000	0,000

Nilai terbesar pada titik B3 bernilai 0,022 m untuk *northing*, terjadi pada pengolahan Pada GPS, GPS + GLONASS dan GPS + BEIDOU, dan untuk *easting* selisih terbesar bernilai 0,035 m pada satelit GLONASS terhadap GPS, dan GPS + BEIDOU. Selisih terkecil bernilai nol.

Tabel. 4.34 Selisih Koordinat *Northing Baseline* B4

B4	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,012	0,000	0,012	0,008	0,008
GPS	0,012	0,000	0,012	0,000	0,004	0,004
GLONASS +BEIDOU	0,000	0,012	0,000	0,012	0,008	0,008

B4	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GPS+ BEIDOU	0,012	0,000	0,012	0,000	0,004	0,004
GPS+ GLONASS	0,008	0,004	0,008	0,004	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,008	0,004	0,008	0,004	0,000	0,000

Tabel. 4.35 Selisih Koordinat *Easting Baseline* B4

B4	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,006	0,000	0,006	0,011	0,011
GPS	0,006	0,000	0,006	0,000	0,005	0,005
GLONASS +BEIDOU	0,000	0,006	0,000	0,006	0,011	0,011
GPS+ BEIDOU	0,006	0,000	0,006	0,000	0,005	0,005
GPS+ GLONASS	0,011	0,005	0,011	0,005	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,011	0,005	0,011	0,005	0,000	0,000

Pada titik B4 perbedaan terbesar bernilai 0,012 m untuk *northing* dan 0,011 m untuk *easting*. Sedangkan untuk perbedaan terkecil

bernilai nol terjadi pada pengolahan dengan menggunakan satelit GPS + GLONASS + BAIDOU terhadap pengolahan menggunakan satelit GPS + GLONASS.

Tabel. 4.36 Selisih Koordinat *Northing Baseline* C1

C1	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,279	0,122	0,279	0,296	0,296
GPS	0,279	0,000	0,157	0,000	0,017	0,017
GLONASS +BEIDOU	0,122	0,157	0,000	0,157	0,174	0,174
GPS+ BEIDOU	0,279	0,000	0,157	0,000	0,017	0,017
GPS+ GLONASS	0,296	0,017	0,174	0,017	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,296	0,017	0,174	0,017	0,000	0,000

Tabel. 4.37 Selisih Koordinat *Easting Baseline* C1

C1	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,390	0,697	0,390	0,371	0,371
GPS	0,390	0,000	1,087	0,000	0,019	0,019

C1	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS +BEIDOU	0,697	1,087	0,000	1,087	1,068	1,068
GPS+ BEIDOU	0,390	0,000	1,087	0,000	0,019	0,019
GPS+ GLONASS	0,371	0,019	1,068	0,019	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,371	0,019	1,068	0,019	0,000	0,000

Pada titik C1 perbedaan selisih koordinat terjadi cukup besar hingga 1,078 m terjadi pada GLONASS + BEIDOU terhadap GPS untuk nilai *easting*, untuk *northing* nilai terbesar 0,296 m Sedangkan pada pengolahan dengan menggunakan satelit GPS + GLONASS + BAIDOU terhadap pengolahan menggunakan satelit GPS + GLONASS dan merupakan nilai terkecil, yaitu bernilai nol.

Tabel. 4.38 Selisih Koordinat *Northing Baseline* C2

C2	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,704	0,768	0,704	0,705	0,705
GPS	0,704	0,000	0,064	0,000	0,001	0,001
GLONASS +BEIDOU	0,768	0,064	0,000	0,064	0,063	0,063

C2	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GPS+ BEIDOU	0,704	0,000	0,064	0,000	0,001	0,001
GPS+ GLONASS	0,705	0,001	0,063	0,001	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,705	0,001	0,063	0,001	0,000	0,000

Tabel. 4.39 Selisih Koordinat *Easting Baseline* C2

C2	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,098	0,125	0,098	0,091	0,091
GPS	0,098	0,000	0,027	0,000	0,007	0,007
GLONASS +BEIDOU	0,125	0,027	0,000	0,027	0,034	0,034
GPS+ BEIDOU	0,098	0,000	0,027	0,000	0,007	0,007
GPS+ GLONASS	0,091	0,007	0,034	0,007	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,091	0,007	0,034	0,007	0,000	0,000

Pada titik C2,selisish koordinat paling kecil terjadi pada pengolahan satelit GPS + GLONASS + BEIDOU terhadap satelit GPS + GLONASS dengan selisih nilai nol, baik pada *northing*

maupun *easting* sedangkan perbedaan terbesar terjadi pada penggunaan satelit GLONASS dengan GLONASS + BEIDOU dengan selisih sebesar 0,768 m untuk *northing* dan 0,125 untuk *easting*.

Tabel. 4.40 Selisih Koordinat *Northing Baseline* C3

C3	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,000
GPS	0,002	0,000	0,002	0,000	0,002	0,002
GLONASS +BEIDOU	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,000
GPS+ BEIDOU	0,002	0,000	0,002	0,000	0,002	0,002
GPS+ GLONASS	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,000

Tabel. 4.41 Selisih Koordinat *Easting Baseline* C3

C3	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,004	0,000	0,004	0,001	0,001
GPS	0,004	0,000	0,004	0,000	0,005	0,005

C3	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS +BEIDOU	0,000	0,004	0,000	0,004	0,001	0,001
GPS+ BEIDOU	0,004	0,000	0,004	0,000	0,005	0,005
GPS+ GLONASS	0,001	0,005	0,001	0,005	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,001	0,005	0,001	0,005	0,000	0,000

Nilai terbesar pada titik C3 bernilai 0,009 m untuk *northing*, terjadi pada hampir semua pengolahan kecuali GPS + GLONASS + BAIDOU dengan GPS + GLONASS bernilai nol. Untuk *easting* selisih terbesar bernilai 0,005 m. Selisih terkecil bernilai nol terjadi pada pengolahan dengan menggunakan satelit GPS + GLONASS + BAIDOU terhadap GPS + GLONASS.

Tabel. 4.42 Selisih Koordinat *Northing Baseline* C4

C4	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,054	0,003	0,054	0,057	0,057
GPS	0,054	0,000	0,051	0,000	0,003	0,003
GLONASS +BEIDOU	0,003	0,051	0,000	0,051	0,054	0,054

C4	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GPS+ BEIDOU	0,054	0,000	0,051	0,000	0,003	0,003
GPS+ GLONASS	0,057	0,003	0,054	0,003	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,057	0,003	0,054	0,003	0,000	0,000

Tabel. 4.43 Selisih Koordinat *Easting Baseline* C4

C4	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,008	0,000	0,008	0,009	0,009
GPS	0,008	0,000	0,008	0,000	0,017	0,017
GLONASS +BEIDOU	0,000	0,008	0,000	0,008	0,009	0,009
GPS+ BEIDOU	0,008	0,000	0,008	0,000	0,017	0,017
GPS+ GLONASS	0,009	0,017	0,009	0,017	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,009	0,017	0,009	0,017	0,000	0,000

Pada titik C4 perbedaan terbesar bernilai 0,057 m untuk *northing* pada pengolahan GLONASS dengan GPS + GLONASS dan GPS

+ GLONASS +BEIDOU dan 0,017 m untuk *easting*. Sedangkan untuk perbedaan terkecil bernilai nol.

Tabel. 4.44 Selisih Koordinat *Northing Baseline* D1

D1	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,007	0,000	0,007	0,036	0,036
GPS	0,007	0,000	0,007	0,000	0,029	0,029
GLONASS +BEIDOU	0,000	0,007	0,000	0,007	0,036	0,036
GPS+ BEIDOU	0,007	0,000	0,007	0,000	0,029	0,029
GPS+ GLONASS	0,036	0,029	0,036	0,029	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,036	0,029	0,036	0,029	0,000	0,000

Tabel. 4.45 Selisih Koordinat *Easting Baseline* D1

D1	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,006	0,000	0,006	0,040	0,0400
GPS	0,006	0,000	0,006	0,000	0,034	0,034
GLONASS +BEIDOU	0,000	0,006	0,000	0,006	0,040	0,040

D1	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GPS+ BEIDOU	0,006	0,000	0,006	0,000	0,034	0,034
GPS+ GLONASS	0,040	0,034	0,040	0,034	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,040	0,034	0,040	0,034	0,000	0,000

Pada titik D1,selisish koordinat paling kecil terjadi pada pengolahan satelit GPS + GLONASS + BEIDOU terhadap satelit GPS + GLONASS dengan selisih nilai nol, baik pada *northing* maupun *easting* sedangkan perbedaan terbesar terjadi pada penggunaan satelit GLONASS, GPS + GLONASS + BEIDOU dengan selisih sebesar 0,036 m untuk *northing* dan 0,034 untuk *easting* terjadi pada penggunaan satelit GPS, GPS + GLONASS + BEIDOU

Tabel. 4.46 Selisih Koordinat *Northing Baseline* D2

D2	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,006	0,000	0,006	0,004	0,004
GPS	0,006	0,000	0,006	0,000	0,002	0,002
GLONASS +BEIDOU	0,000	0,006	0,000	0,006	0,004	0,004
GPS+ BEIDOU	0,006	0,000	0,006	0,000	0,002	0,002
GPS+ GLONASS	0,004	0,002	0,004	0,002	0,000	0,000

D2	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,004	0,002	0,004	0,002	0,000	0,000

Tabel. 4.47 Selisih Koordinat *Easting Baseline* D2

D2	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,018	0,000	0,018	0,019	0,019
GPS	0,018	0,000	0,018	0,000	0,001	0,001
GLONASS +BEIDOU	0,000	0,018	0,000	0,018	0,019	0,019
GPS+ BEIDOU	0,018	0,000	0,018	0,000	0,001	0,001
GPS+ GLONASS	0,019	0,001	0,019	0,001	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,019	0,001	0,019	0,001	0,000	0,000

Pada titik D2 perbedaan selisih koordinat terbesar terjadi pada penggunaan satelit GPS, GLONASS, GPS + BEIDOU, dan GLONASS + BEIDOU dengan selisih sebesar 0,006 m untuk *northing* dan 0,019 m untuk *easting* pada penggunaan satelit GLONASS, GPS + BEIDOU, dan GLONASS + BEIDOU nilai terkecil, yaitu bernilai nol.

Tabel. 4.48 Selisih Koordinat *Northing Baseline* D3

D3	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,003	0,001	0,003	0,000	0,000
GPS	0,003	0,000	0,004	0,000	0,003	0,003
GLONASS +BEIDOU	0,001	0,004	0,000	0,004	0,001	0,001
GPS+ BEIDOU	0,003	0,000	0,004	0,000	0,003	0,003
GPS+ GLONASS	0,000	0,003	0,001	0,003	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,000	0,003	0,001	0,003	0,000	0,000

Tabel. 4.49 Selisih Koordinat *Easting Baseline* D3

D3	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,004	0,001	0,004	0,003	0,003
GPS	0,004	0,000	0,005	0,000	0,007	0,007
GLONASS +BEIDOU	0,001	0,005	0,000	0,005	0,002	0,002
GPS+ BEIDOU	0,004	0,000	0,005	0,000	0,007	0,007
GPS+ GLONASS	0,003	0,007	0,002	0,007	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,003	0,007	0,002	0,007	0,000	0,000

Nilai terbesar pada titik D3 bernilai 0,004 m untuk *northing*, terjadi pada pengolahan GLONASS + BEIDOU dengan GPS, GPS + BEIDOU, dan untuk *easting* selisih terbesar bernilai 0,007 m. Selisih

terkecil bernilai nol terjadi pada pengolahan dengan menggunakan satelit GPS + GLONASS + BAIDOU terhadap pengolahan menggunakan satelit GPS + GLONASS.

Tabel. 4.50 Selisih Koordinat *Northing Baseline* D4

D4	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,409	0,000	0,409	0,414	0,414
GPS	0,409	0,000	0,409	0,000	0,005	0,005
GLONASS +BEIDOU	0,000	0,409	0,000	0,409	0,414	0,414
GPS+ BEIDOU	0,409	0,000	0,409	0,000	0,005	0,005
GPS+ GLONASS	0,414	0,005	0,414	0,005	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,414	0,005	0,414	0,005	0,000	0,000

Tabel. 4.51 Selisih Koordinat *Easting Baseline* D4

D4	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,385	0,004	0,385	0,359	0,359
GPS	0,385	0,000	0,381	0,000	0,026	0,026
GLONASS +BEIDOU	0,004	0,381	0,000	0,381	0,355	0,355
GPS+ BEIDOU	0,385	0,000	0,381	0,000	0,026	0,026
GPS+ GLONASS	0,359	0,026	0,355	0,026	0,000	0,000

D4	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,359	0,026	0,355	0,026	0,000	0,000

Pada titik D4 perbedaan terbesar bernilai 0,414 m untuk *northing* pada pengolahan GLONASS + BEIDOU dengan GPS + GLONASS + BEIDOU dan 0,381 m untuk *easting* pada GLONASS + BEIDOU dengan GPS dan GPS + BEIDOU. Perbedaan terkecil bernilai nol terjadi pada satelit GPS + GLONASS + BAIDOU terhadap GPS + GLONASS.

Tabel. 4.52 Selisih Koordinat *Northing Baseline* E1

E1	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,394	0,000	0,394	0,379	0,379
GPS	0,394	0,000	0,394	0,000	0,015	0,015
GLONASS +BEIDOU	0,000	0,394	0,000	0,394	0,379	0,379
GPS+ BEIDOU	0,394	0,000	0,394	0,000	0,015	0,015
GPS+ GLONASS	0,379	0,015	0,379	0,015	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,379	0,015	0,379	0,015	0,000	0,000

Tabel. 4.53 Selisih Koordinat *Easting Baseline* E1

E1	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,163	0,007	0,163	0,143	0,143
GPS	0,163	0,000	0,170	0,000	0,020	0,020
GLONASS +BEIDOU	0,007	0,170	0,000	0,170	0,150	0,150
GPS+ BEIDOU	0,163	0,000	0,170	0,000	0,020	0,020
GPS+ GLONASS	0,143	0,020	0,150	0,020	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,143	0,020	0,150	0,020	0,000	0,000

Pada titik E1,selisish koordinat paling kecil terjadi pada pengolahan satelit GPS + GLONASS + BEIDOU terhadap satelit GPS + GLONASS dengan nilai nol, baik pada *northing* maupun *easting* sedangkan perbedaan terbesar terjadi pada penggunaan satelit GPS, GLONASS, GPS + BEIDOU, dan GLONASS + BEIDOU dengan selisih sebesar 0,394 m untuk *northing* dan 0,143 m untuk *easting*.

Tabel. 4.54 Selisih Koordinat *Northing Baseline* E2

E2	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,882	0,006	0,882	0,898	0,898
GPS	0,882	0,000	0,876	0,000	0,016	0,016
GLONASS +BEIDOU	0,006	0,876	0,000	0,876	0,892	0,892
GPS+ BEIDOU	0,882	0,000	0,876	0,000	0,016	0,016

E2	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GPS+ GLONASS	0,898	0,016	0,892	0,016	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,898	0,016	0,892	0,016	0,000	0,000

Tabel. 4.55 Selisih Koordinat *Easting Baseline* E2

E2	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	1,407	0,033	1,407	1,361	1,361
GPS	1,407	0,000	1,374	0,000	0,046	0,046
GLONASS +BEIDOU	0,033	1,374	0,000	1,374	1,328	1,328
GPS+ BEIDOU	1,407	0,000	1,374	0,000	0,046	0,046
GPS+ GLONASS	1,361	0,046	1,328	0,046	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	1,361	0,046	1,328	0,046	0,000	0,000

Pada titik E2 perbedaan selisih koordinat terbesar terjadi pada penggunaan satelit GLONASS dengan GPS + GLONASS BEIDOU, dengan selisih sebesar 0,898 m untuk *northing* dan pada *easting* bernilai cukup besar yaitu 1,361 m. Sedangkan pada pengolahan satelit GPS + GLONASS + BAIDOU terhadap satelit GPS + GLONASS dan merupakan nilai terkecil, yaitu bernilai nol.

Tabel. 4.56 Selisih Koordinat *Northing Baseline* E3

E3	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,093	0,035	0,093	0,087	0,087
GPS	0,093	0,000	0,058	0,000	0,006	0,006
GLONASS +BEIDOU	0,035	0,058	0,000	0,058	0,052	0,052
GPS+ BEIDOU	0,093	0,000	0,058	0,000	0,006	0,006
GPS+ GLONASS	0,087	0,006	0,052	0,006	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,087	0,006	0,052	0,006	0,000	0,000

Tabel. 4.57 Selisih Koordinat *Easting Baseline* E3

E3	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,353	0,067	0,353	0,367	0,367
GPS	0,353	0,000	0,286	0,000	0,014	0,014
GLONASS +BEIDOU	0,067	0,286	0,000	0,286	0,300	0,300
GPS+ BEIDOU	0,353	0,000	0,286	0,000	0,014	0,014
GPS+ GLONASS	0,367	0,014	0,300	0,014	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,367	0,014	0,300	0,014	0,000	0,000

Nilai terbesar pada titik E3 bernilai 0,093 m untuk *northing*, terjadi pada pengolahan pada GLONASS dengan GPS dan GPS + BEIDOU, dan untuk *easting* selisih terbesar bernilai 0,367 m.

Selisih terkecil bernilai nol terjadi pada pengolahan dengan menggunakan satelit GPS + GLONASS + BAIDOU terhadap pengolahan menggunakan satelit GPS + GLONASS.

Tabel. 4.58 Selisih Koordinat *Northing Baseline* E4

E4	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,058	0,000	0,058	0,051	0,051
GPS	0,058	0,000	0,058	0,000	0,007	0,007
GLONASS +BEIDOU	0,000	0,058	0,000	0,058	0,051	0,051
GPS+ BEIDOU	0,058	0,000	0,058	0,000	0,007	0,007
GPS+ GLONASS	0,051	0,007	0,051	0,007	0,000	0,000
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,051	0,007	0,051	0,007	0,000	0,000

Tabel. 4.59 Selisih Koordinat *Easting Baseline* E4

E4	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GLONASS	0,000	0,111	0,000	0,111	0,088	0,088
GPS	0,111	0,000	0,111	0,000	0,023	0,023
GLONASS +BEIDOU	0,000	0,111	0,000	0,111	0,088	0,088
GPS+ BEIDOU	0,111	0,000	0,111	0,000	0,023	0,023
GPS+ GLONASS	0,088	0,023	0,088	0,023	0,000	0,000

E4	GLONASS (m)	GPS (m)	GLONASS +BEIDOU (m)	GPS+ BEIDOU (m)	GPS+ GLONASS (m)	GPS+ GLONASS +BEIDOU (m)
GPS+ GLONASS +BEIDOU	0,088	0,023	0,088	0,023	0,000	0,000

Pada titik terakhir , yaitu titik B4 perbedaan terbesar terjadi pada pengolahan GPS, GLONASS, GPS + BEIDOU, dan GLONASS + BEIDOU bernilai 0,058 m untuk *northing* dan 0,011 m untuk *easting*. Sedangkan untuk perbedaan terkecil bernilai nol terjadi pada pengolahan dengan menggunakan satelit GPS + GLONASS + BAIDOU terhadap pengolahan menggunakan satelit GPS + GLONASS.

Perbedaan koordinat yang kedua yaitu berdasarkan strategi pengolahan setiap satelit terhadap strategi pengolahan satelit GPS+ GLONASS + BEIDOU.

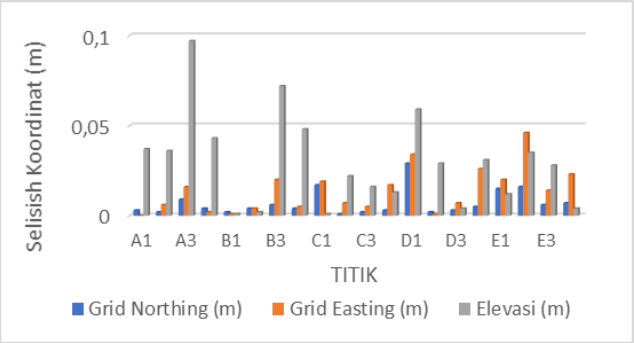
a. *Analisis Hasil Koordinat Satelit GPS + GLONASS + BEIDOU dan GPS + GLONASS*

Pada hasil yang didapatkan dari pengolahan dengan *software* Topcon Tools 8.2.3 strategi 1 dengan menggunakan satelit GPS + GLONASS + BEIDOU terhadap strategi 2 yang menggunakan satelit GPS + GLONASS memiliki hasil yang sama. tidak terjadi perubahan pada nilai koordinat yang ada. Nilai *Northing*, *Easting*, dan Elevasi memiliki nilai yang sama. sehingga selisih dari koordinat dari strategi 1 dan strategi 2 adalah 0 untuk semua titik. Dari hasil ini dapat dikatakan bahwa dengan penambahan sinyal BEIDOU tidak mempengaruhi proses pengolahan jika dikombinasikan dengan GPS+GLONASS.

b. *Analisis Hasil Koordinat Satelit GPS + GLONASS + BEIDOU dan GPS + BEIDOU*

Perbedaan hasil koordinat pada strategi 1 dan strategi 3 menggunakan kombinasi GPS + GLONASS + BEIDOU terhadap GPS + BEIDOU yang mana disini hasil dari GPS + GLONASS + BEIDOU dijadikan sebagai acuan atau dianggap paling benar. Karena berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya semakin banyak sinyal yang diterima maka akan semakin bagus hasil yang didapat.

Setelah dilakukan pengurangan dari hasil koordinat strategi 3 terhadap strategi 1, selisih perbedaan koordinat diubah menjadi nilai absolut. Hal ini dilakukan untuk menghindari terdapatnya selisih koordinat yang bernilai negatif Perbedaan selisih koordinat ini dapat dilihat pada Gambar 4.16 berikut.

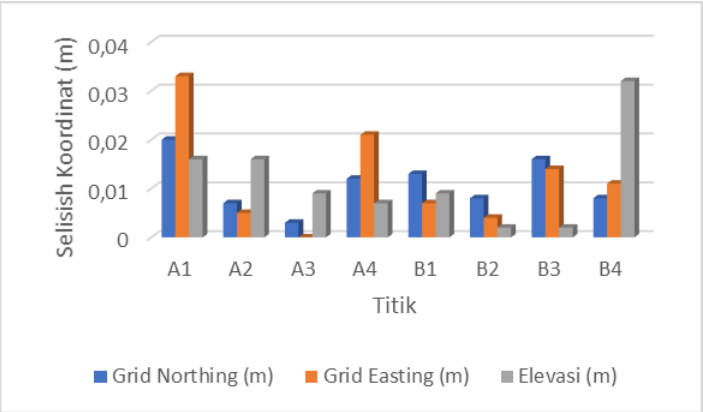


Gambar. 4.17 Selisih Koordinat Satelit GPS + BEIDOU dengan Satelit GPS + GLONASS + BEIDOU

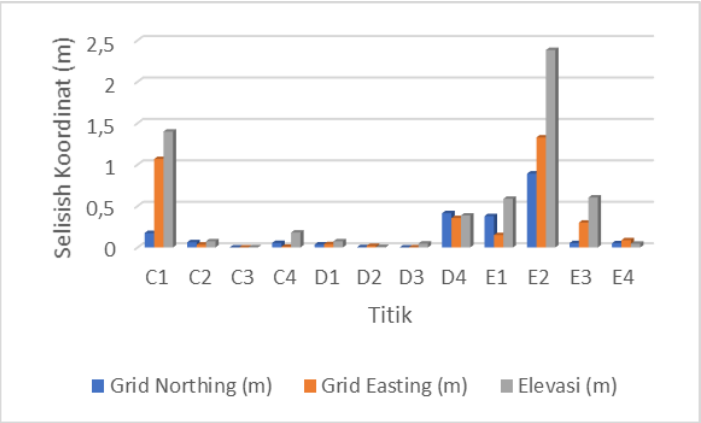
Berdasarkan Gambar 4.17 diatas didapatkan nilai selisih terbesar untuk nilai *northing* terdapat pada titik D1 sebesar 0,029 m, *easting* sebesar 0,046 m pada titik E2 dan elevasi pada titik A3 dengan nilai 0,097 m. Sementara pada nilai *easting* A1 tidak mengalami perubahan atau bernilai 0. Rata – rata nilai perubahan sebesar 0,007 m untuk *northing*, 0,013 m untuk *easting*, dan 0,0295 m untuk elevasi.

c. *Analisis Hasil Koordinat Satelit GPS + GLONASS + BEIDOU dan GLONASS + BEIDOU*

Perbedaan koordinat ini yang digunakan adalah hasil kombinasi dari penggunaan satelit GLONASS + BEIDOU yang dikurangi terhadap hasil koordinat penggunaan satelit GPS + GLONASS + BEIDOU yang sebelumnya dianggap benar. Sama seperti analisis strategi 1 dan 3 sebelumnya, yang mana hasil selisih dibuat bernilai absolut untuk menghindari nilai negatif. Hasil perbedaan koordinat dapat dilihat pada Gambar 4.18 dan Gambar 4.19 berikut.



Gambar. 4.18 Selisih Koordinat GLONASS + BEIDOU dengan GPS + GLONASS + BEIDOU Titik A1 – B4.

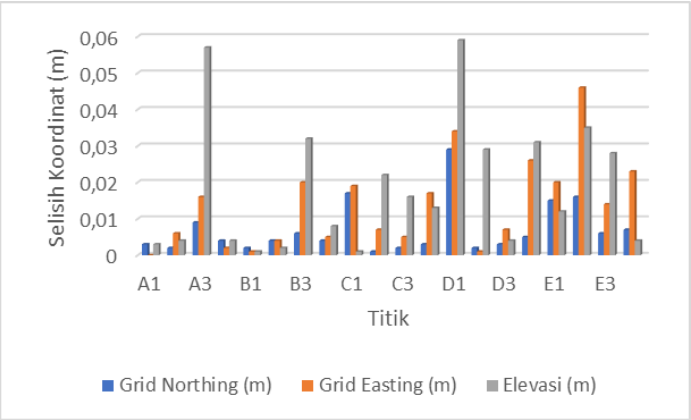


Gambar. 4.19 Selisih Koordinat GLONASS + BEIDOU dengan GPS + GLONASS + BEIDOU Titik C1 –E4.

Berdasarkan Gambar tersebut dapat kita lihat selisih nilai terbesar terjadi pada titik E2 untuk semua elemen dengan nilai *northing* sebesar 0,892 m, *easting* sebesar 1,328 m dan elevasi sebesar 2,383 m. Sedangkan pada nilai *northing* titik C3 dan *easting* titik A3 tidak mengalami perubahan. Rata – rata selisih koordinat adalah 0,110 m untuk *northing*, 0,175 m untuk *easting*, dan 0,294 m untuk elevasi. Hal ini menunjukkan dengan dihilangkannya satelit GPS memberikan efek yang ukup besar kepada hasil koordinat.

d. Analisis Hasil Koordinat Satelit GPS + GLONASS + BEIDOU dan GPS

Perbedaan hasil koordinat pada strategi 1 dan strategi 5 menggunakan kombinasi GPS + GLONASS + BEIDOU terhadap GPS saja. Hasil perbedaan koordinat dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 4.18 berikut.



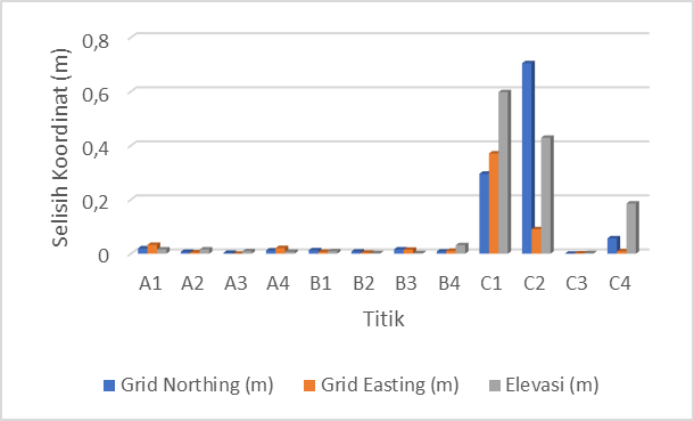
Gambar. 4.20 Selisih Koordinat GPS dengan GPS + GLONASS + BEIDOU

Berdasarkan Gambar 4.20 menunjukkan bahwa dengan menggunakan satelit GPS mendapatkan hasil yang sama seperti penggunaan satelit GPS + BEIDOU kecuali pada elemen elevasi di titik A1 – A4, B3, dan B4 mengalami kenaikan dengan rata – rata nilai 0,038 m . Hal ini bisa dikatakan bahwa sinyal BEIDOU tidak begitu mempengaruhi sinyal GPS. Sedangkan untuk hasil koordinat lainnya mengalami perubahan disemua aspek, baik itu N, E, dan Z. selisih terbesar terdapat pada titik D1 dimana terjadi perubahan paling besar yaitu dengan nilai 0,029 m untuk *northing*, 0,034 m untuk *easting* dan 0,059 m untuk elevasi jika dibandingkan dengan hasil koordinat satelit GPS + GLONASS + BEIDOU. Rata – rata selisih koordinat *northing* sebesar 0,007 m, e*asting* sebesar 0,014 m, dan elevasi sebesar 0,018 m.

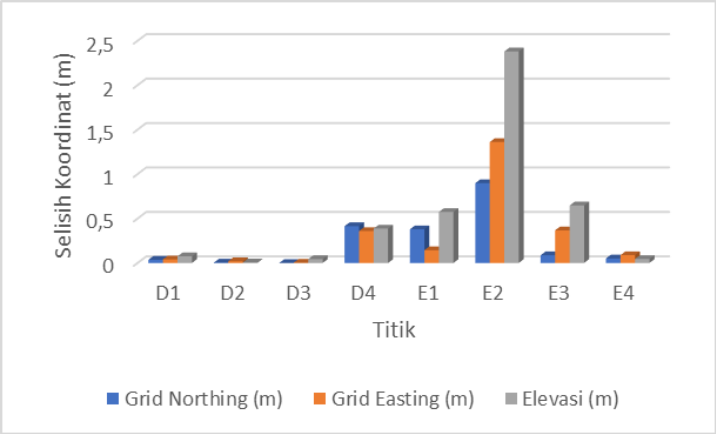
e. Analisis Hasil Koordinat Satelit GPS + GLONASS + BEIDOU dan GLONASS

Perbedaan koordinat yang terakhir yaitu pada hasil kombinasi dari penggunaan satelit GLONASS yang dikurangi

terhadap hasil koordinat penggunaan satelit GPS + GLONASS + BEIDOU. Hasil perbedaan koordinat dapat dilihat pada Gambar 4.21 dan Gambar 4.22 berikut.



Gambar. 4.21 Selisih Koordinat GLONASS dengan GPS + GLONASS + BEIDOU Titik A1 – A4, B1 – B4, dan C1 – C4

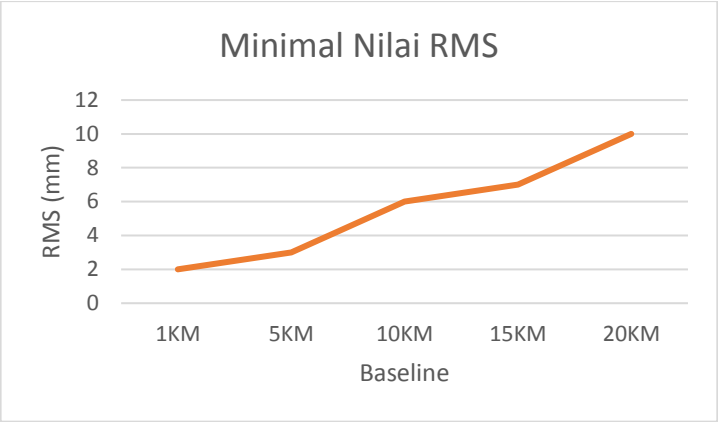


Gambar. 4.22 Selisih Koordinat GLONASS dengan GPS + GLONASS + BEIDOU Titik D1 – D4 dan E1 – E4

Berbeda dengan penggunaan satelit GPS saja, berdasarkan pada Gambar tersebut menunjukkan bahwa dengan menambahkan penggunaan satelit BEIDOU mempengaruhi hasil satelit GLONASS. Hal ini dapat dilihat dari nilai selisih yang berbeda dengan strategi 4. Pada strategi 4 yang terdapat nilai diatas 1 m pada titik C1 berkurang menjadi 0.371 m untuk nilai E. dan disini terdapat 3 nilai koordinat yang tidak mengalami perubahan, yaitu pada *northing* titik C3 dan D3 dan *easting* pada titik A3. Perubahan terjadi pada jarak 5 KM ke atas. Sehingga dapat dikatakan bahwa penggunaan satelit BEIDOU memperbaik ketelitian posisi satelit GLONASS. Rata – rata selisih koordinat *northing* sebesar 0,150 m, *asting* sebesar 0,147 m, dan elevasi sebesar 0,273 m.

4.4 Analisis Panjang *Baseline*

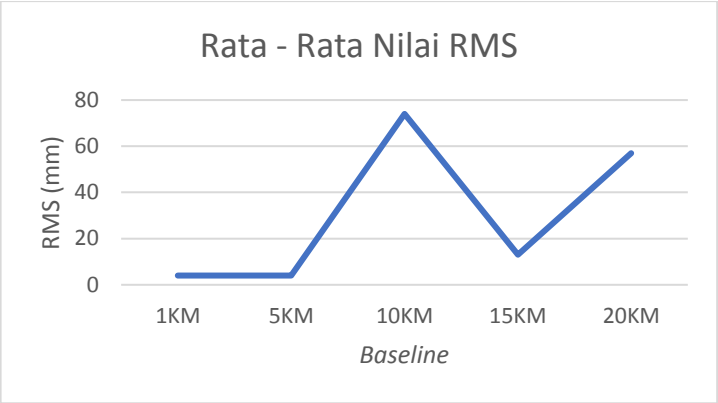
Pada Tabel 4.2 Panjang *Baseline* terlihat bahwa panjang *baseline* tidak sama satu sama lain, Panjang *baseline* yang didapatkan tidak bisa tetap dengan perencanaan yang dilakukan, karena hanya perkiraan dan kondisi lokasi yang tidak memungkinkan untuk melakukan pengukuran sehingga harus digeser. Panjang *baseline* terpendek yaitu *baseline* A1 dengan panjang 915, 585 m dan *baseline* terpanjang yaitu *baseline* E4 dengan panjang 20860,364 m. Panjang *baseline* ini juga berpengaruh terhadap akurasi yang didapatkan. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.23 Minimal RMS *Error* berikut



Gambar. 4.23 Minimal Nilai RMS *Error* berdasarkan Panjang *baseline*

Pada Gambar. 4. terlihat bahwa nilai RMS *error* semakin bertambah seiring dengan pertambahan panjang *baseline*. Mulai dari *baseline* 1 KM bernilai 0,002 m yang bernilai paling rendah semakin naik menuju nilai paling tinggi yaitu *baseline* 20KM yang bernilai 0,01 m.

Hal yang berbeda terjadi pada rata – rata nilai RMS *error*, grafik tidak menunjukkan kenaikan nilai seiring bertambahnya panjang *baseline*. Penurunan nilai terjadi dari *baseline* 10KM ke *baseline* 15KM, dimana nilai pada *baseline* 10KM merupakan nilai terbesar dari semua *baseline*. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.24 berikut



Gambar. 4.24 Rata – rata Nilai RMS *Error* berdasarkan Panjang *baseline*

Nilai rata – rata RMS *error baseline* 1KM 0,004 m, *baseline* 5KM sebesar 0,004 m, *baseline* 10KM sebesar 0,074 m, pada *baseline* 15KM RMS *error* mengalami penurunan nilai yaitu 0,013 m, dan pada *baseline* 20KM nilai kembali naik menjadi 0,057 m. Hal ini terjadi sebenarnya bukan karena *baseline* 15 KM yang mengalami penurunan, akan tetapi pada *baseline* 10 KM yang mengalami kenaikan yang signifikan. Kenaikan nilai ini dikarenakan lokasi pengukurannya. Hal ini dapat dilihat pada Gambar. 4.25 berikut.

(a)

(b)

(c)

Gambar. 4.25 (a) Lokasi Titik C3, (b) Lokasi Titik D3, dan (c) Lokasi Titik E3

pada *baseline* 10 KM lokasi titik rata – rata berada di tempat yang cukup padat seperti di depan toserba yang dikelilingi bangunan. Sedangkan pada *baseline* 15 KM dan 20KM lokasi titik lebih terbuka seperti lahan kosong dan lapangan sehingga dihasilkan nilai yang lebih baik.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian tentang akurasi penentuan posisi dengan *receiver* Hi Target V30 berdasarkan penggunaan satelit GPS, GLONASS, dan BEIDOU menghasilkan beberapa kesimpulan dan saran sebagai berikut.

5.1 Kesimpulan

a. Strategi pengolahan dengan menggunakan kombinasi satelit yang berbeda menghasilkan akurasi yang berbeda setiap strateginya.
b. Penggunaan satelit GPS + GLONASS + BEIDOU dan GPS + GLONASS diperoleh nilai yang sama. Maksimal nilai RMS *error* 0,019 m untuk horizontal dan 0,023 m untuk Vertikal dan merupakan kombinasi dengan akurasi terbaik dengan hasil pengolahan rata – rata masuk toleransi.
c. Penggunaan satelit GPS + BEIDOU dan GPS didapatkan maksimal nilai RMS *error* horizontal sebesar 0,033 m dan 0,053 m untuk RMS *error* vertikal
d. Penggunaan satelit GLONASS + BEIDOU maksimal RMS *error* horizontal sebesar 0,445 m dan 0,038 m RMS *error* vertikal.
e. Pada penggunaan satelit GLONASS menghasilkan maksimal nilai RMS *error* yang paling besar, yaitu 0,585 untuk RMS *error* horizontal dan 0,624 m untuk RMS *error* vertikal.
f. Panjang *baseline* memberi pengaruh terhadap akurasi hasil pengolahan. semakin bertambah panjang *baseline* semakin besar akurasi yang dihasilkan yang ditunjukkan dengan nilai minimal RMS *error* yang dihasilkan. Hasil yang berbeda didapat jika menggunakan nilai rata – rata. Pada *baseline* 1 KM dan 5 KM didapatkan nilai RMS *error* yang

rata – rata berada di bawah 0,010 m. pada *baseline* 10KM yang memiliki nilai paling besar dikarenakan lokasinya. Pada *baseline* 10 KM rata – rata nilai RMS *error* sebesar 0,074 m, *baseline* 15 KM sebesar 0,014 m, dan *baseline* 20 KM sebesar 0,057 m.

5.2 Saran

Dalam penelitian ini disadari masih banyak kekurangan, oleh karena itu beberapa saran yang dapat diberikan berikut ini dapat digunakan untuk penelitian lebih lanjut:

a. Perlu dilakukan studi lebih lanjut tentang pengaruh atmosfir, untuk *baseline* berjarak panjang terutama. Hal ini bisa dilakukan dengan pengukuran temperatur dan tekanan udara saat pengamatan.
b. Penggunaan *receiver* yang lebih banyak agar pengukuran dapat berlangsung lebih cepat dan efektif.
c. Diperlukan pengukuran di berbagai kondisi dan waktu untuk lebih bisa mengetahui pola persebaran satelit pada berbagai waktu.
d. Diperlukan adanya bimbingan lebih instensif dan kontinu agar proses estimasi yang dilakukan lebih valid dan benar, khususnya apabila bidang itu baru bagi peneliti.

DAFTAR PUSTAKA

Abidin, H. Z. 2001. Geodesi Satelit. Jakarta: Pradnya Paramita.

Abidin, H. Z. 2007. Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya. Jakarta: Pradnya Paramita.

Abidin, H. Z., Jones, A., dan Kahar, J. 2011. Survei Dengan GPS. Cetakan Ketiga. Jakarta: PT Pradnya Paramita.

Bakara, J. 2011. Perkembangan Sistem Satelit Navigasi Global dan Aplikasinya. Berita Dirgantara.

Darmawan, Dudy, Hasanuddin Z Abidin and Rochman Djaja. Strategi Pengolahan Data GPS untuk Pemantauan Penurunan Tanah: Studi Pereduksian Bias Atmosfir. JURNAL SURVEYOR DAN GEODESY Vol X No. 2,2000.

El-Rabbany, A. 2002. Introduction to GPS The Global Positioning System. Boston: Artech House.

GLONASS. 2018. GLONASS HISTORY. https://www.glonass-iac.ru/en/guide/index.php Dikunjungi pada tanggal 13 Januari 2018, jam 14.00.

Gumilar, dkk. 2016. The Contribution of BeiDou Positioning System for Accuracy Improvement : A Perspective from Bandung, Indonesia. researchgate.

Hi Target. 2015. Hi Target Products V30 GNSS RTK System. http://en.hi-target.com.cn/product/detail.aspx?node=101005001&pid=108&catid=3. Dikunjungi pada tanggal 30 Januari 2018, jam 19.00..

Hi Target. 2018. Hi Target Geomatics Office. http://hi-target-geomatics-office.software.informer.com/1.0/. Diakses pada 5 Juni 2018.

IAC. Information and Anaysis center for Positioning, Naviagtion and Timing. Beidou Navigation Satelite System.

https://www.glonass-iac.ru/en/guide/beidou.php. Dikunjungi pada tanggal 30 Desember 2017, jam 20.00.

Izman , Y. & Rudianto, B. 2011. Analisis Komperatif Ketelitian Posisi Titik Hasil Pengukuran dari Satelit Gps dan Satelit Glonass. Issue Institut Teknologi Nasional.

Kemppi, P. 2007. Next generation Satellite navigation System. Vuorimiehentie 3: VTT technical Reasearch Centre of Finland.

Lechner, W. & Baumann, S. 2000. Global Navigation Satellite systems. ELSEVIER.

NovAtel Inc.2015. An Itroduction to GNSS. Calgary. NovAtel Inc

Rahmad, A. A., 2016. Comparative Analysis on Data Processing of Mount Merapi Gps Cors Station By Using Scientific and Commercial Software. Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Satirapod, Chalemchon, and Prapod Chalermwattanachai. Impact of Different tropospheric Models on GPS Baseline Accuracy: Case Study in Thailand. Jurnal of Global Positioning system, 2005.

Seaber,G. 2003. Satellite Geodesy. Hannover: Germany.

Shau-Shiun Jan dan An-lin Tao.2005. Comprehensive Comparisons of Satellite Data, Signals, and Measurement between the Beidou Navigation Satellie System and Global Positioning System. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4883380/. Dikunjungi pada tanggal 27 Juli 2018

Topcon.2009. Topcon Tools 8 Specification. http://www.topconcare.com/en/software/office-applications/topcon-tools-8/. dikunjungi pada tanggal 14 Oktober 2017, jam 15.00.

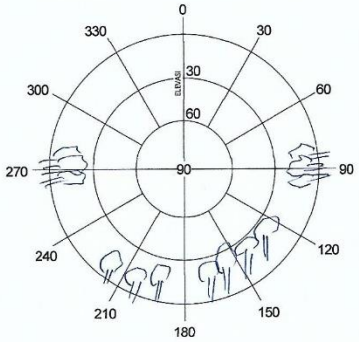
LAMPIRAN

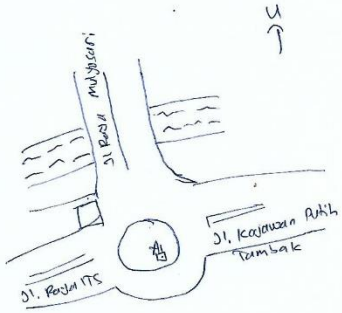
Foto Dokumentasi

Form pengukuran

Formulir Survei GNSS
Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2018

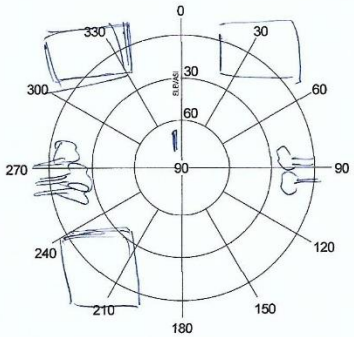
Nama Titik : A1	
Surveyor : Rizki, wahyu	
Lokasi : Bundaran Mulyosari	
Base/rover : rover	
Start record : 15 April 2018 18:11 WIB	
Stop record : 15 April 2018 19:14 WIB	
Tinggi Alat : 1,432 m	
Diagram Obstruksi :	Catatan :

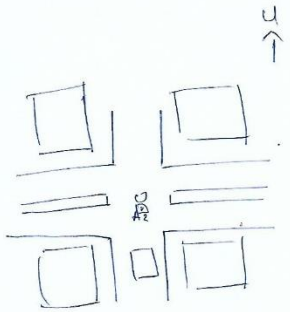




Formulir Survei GNSS
Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2018

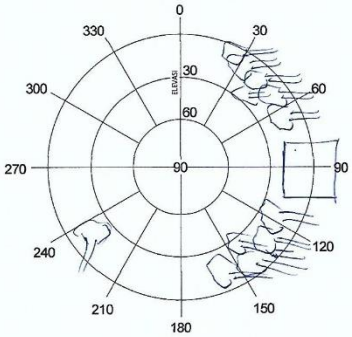
Nama Titik : A2	
Surveyor : Risky, wahyu	
Lokasi : Jl. Manyar kerta Adi	
Base/rover : rover	
Start record : 15 April 2018 19 : 29 WIB	
Stop record : 15 April 2018 20 : 30 WIB	
Tinggi Alat : 1,623 m	
Diagram Obstruksi :	Catatan :

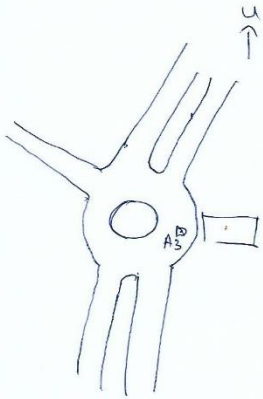




Formulir Survei GNSS
Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2018

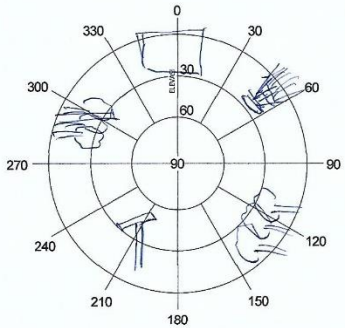
Nama Titik : A3	
Surveyor : Ryzki, Wahyu	
Lokasi : Jl. Puncak Kartijaya	
Base/rover : rover	
Start record : 15 April 2018 20:41 WIB	
Stop record : 15 April 2018 21:41 WIB	
Tinggi Alat : 1,532 m	
Diagram Obstruksi :	Catatan :

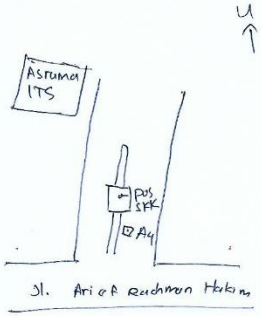




Formulir Survei GNSS
Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2018

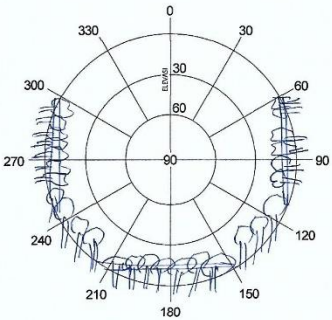
Nama Titik : A4	
Surveyor : Rizki, wahyu	
Lokasi : ~~Jl.~~ Terbang / Pintu masuk ITS Jl. Arief rachman Hakim	
Base/rover : rover	
Start record : 15 April 2018 22:04 WIB	
Stop record : 15 April 2018 23:06 WIB	
Tinggi Alat : 1,519 m	
Diagram Obstruksi :	Catatan :

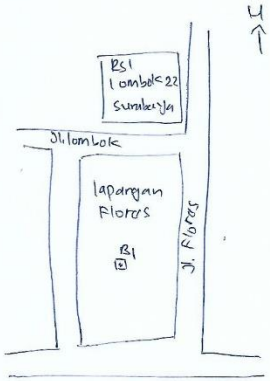




Formulir Survei GNSS
Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2018

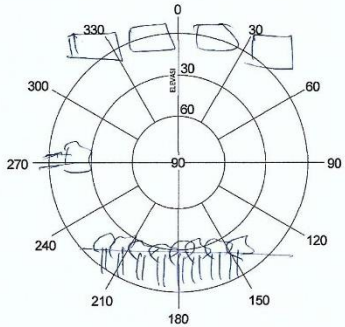
Nama Titik : B1	
Surveyor : Dimas, wahyu	
Lokasi : la paragan Jl. Flores	
Base/rover : rover	
Start record : 15 April 2018 11:54 WIB	
Stop record : 15 April 2018 13:03 WIB	
Tinggi Alat : 1,524 m	
Diagram Obstruksi :	Catatan :





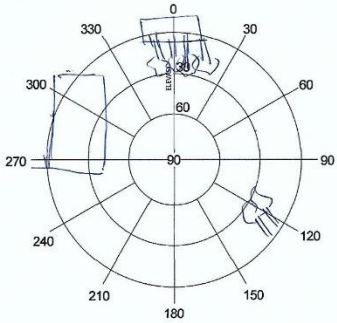
Formulir Survei GNSS
Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2018

Nama Titik : B2	
Surveyor : Dimas, wahyu	
Lokasi : Jl. kalibokor selatan	
Base/rover : rover	
Start record : 15 April 2018 13:18 WIB	
Stop record : 15 April 2018 14:18 WIB	
Tinggi Alat : 1.602 m	
Diagram Obstruksi :	Catatan :



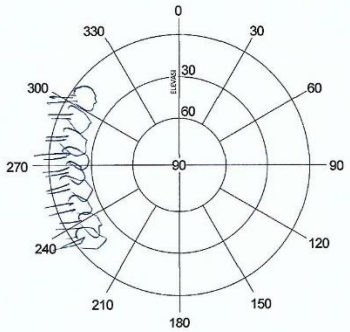
Formulir Survei GNSS
Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2018

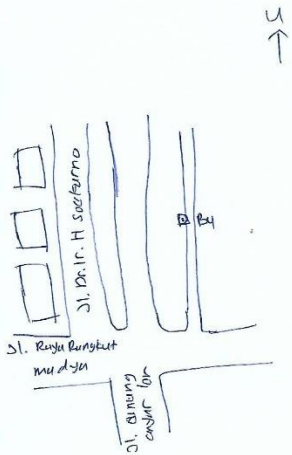
Nama Titik : B3	
Surveyor : Dimas, wahyu	
Lokasi : Jl. Tenggilis Baru 1	
Base/rover : rover	
Start record : 15 April 2018 14:46 WIB	
Stop record : 15 April 2018 15:48 WIB	
Tinggi Alat : 1,524 m	
Diagram Obstruksi :	Catatan :



Formulir Survei GNSS
Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2018

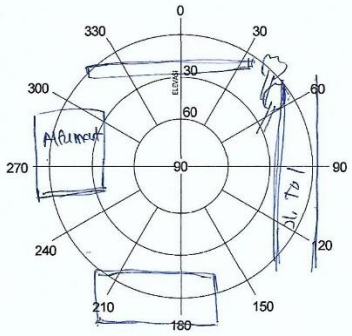
Nama Titik : B4	
Surveyor : Dimas, wahyu	
Lokasi : Jl. Dr. Ir. H soekarno	
Base/rover : rover	
Start record : 15 April 2018 16.18 WIB	
Stop record : 15 April 2018 17.18 WIB	
Tinggi Alat : 1683 m	
Diagram Obstruksi :	Catatan :

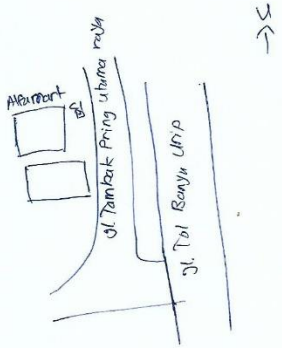




Formulir Survei GNSS
Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2018

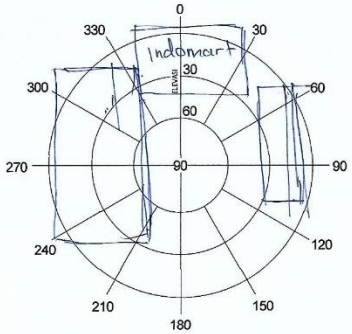
Nama Titik : C1	
Surveyor : Pimas, Rusdiyu	
Lokasi : Jl. Tambak Pring Utama Raya	
Base/rover : rover	
Start record : 15 April 2018 09:10 WIB	
Stop record : 15 April 2018 10:11 WIB	
Tinggi Alat : 1,606 m	
Diagram Obstruksi :	Catatan :

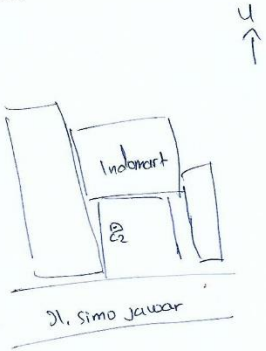




Formulir Survei GNSS
Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2018

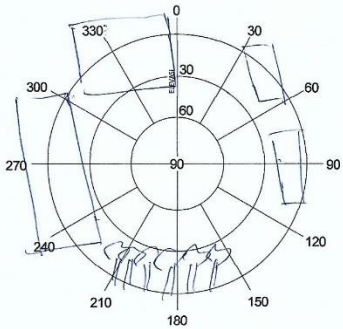
Nama Titik : C2	
Surveyor : Dimas, Wahyu	
Lokasi : Jl. Simo Jawar	
Base/rover : rover	
Start record : 15 April 2018 10:27 WIB	
Stop record : 15 April 2018 11:29 WIB	
Tinggi Alat : 1,472 m	
Diagram Obstruksi :	Catatan :

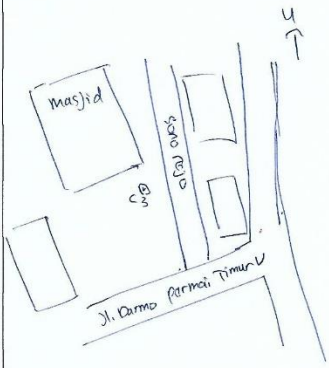




Formulir Survei GNSS
Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2018

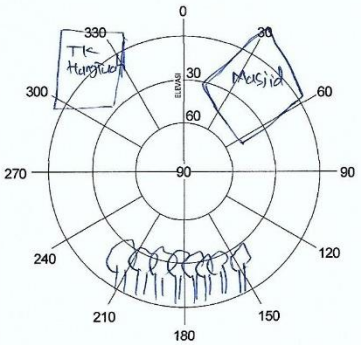
Nama Titik : C3	
Surveyor : Dimas, Wahyu	
Lokasi : Jl. Sono rejo	
Base/rover : rover	
Start record : 14 April 2018 08:29 WIB	
Stop record : 14 April 2018 09:30 WIB	
Tinggi Alat : 1,624 m	
Diagram Obstruksi :	Catatan :

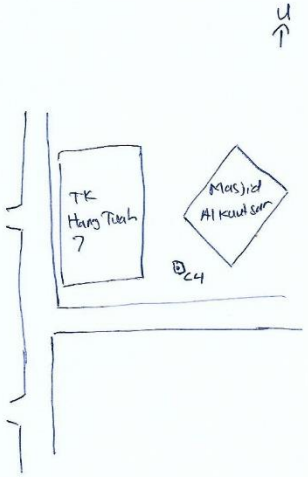




Formulir Survei GNSS
Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2018

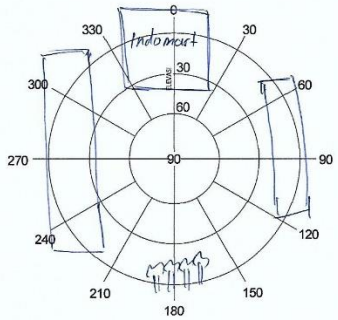
Nama Titik : C4	
Surveyor : Dimas, [illegible]	
Lokasi : Masjid Alkautsar Jl. Golf 1	
Base/rover : rover	
Start record : 14 April 2018 19:10 WIB	
Stop record : 14 April 2018 20:10 WIB	
Tinggi Alat : 1,432 m	
Diagram Obstruksi :	Catatan :

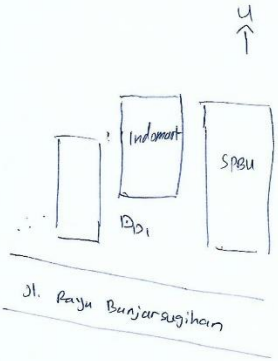




Formulir Survei GNSS
Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2018

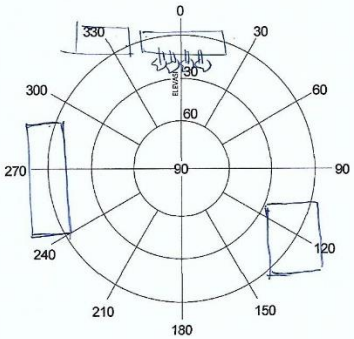
Nama Titik : D1	
Surveyor : Dimas, Wahyu	
Lokasi : Jl. Raya Banjar Sugihan	
Base/rover : rovar	
Start record : 14 April 2018 13:27 WIB	
Stop record : 14 April 2018 14:27 WIB	
Tinggi Alat : 1,633 m	
Diagram Obstruksi :	Catatan :

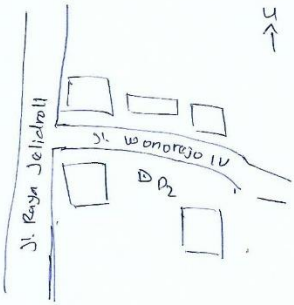




Formulir Survei GNSS
Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2018

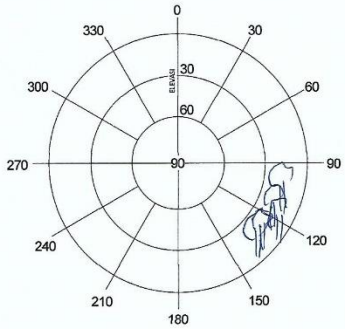
Nama Titik : P2	
Surveyor : Dimas, wahyu	
Lokasi : Jl. Wonorejo IV	
Base/rover : Rover	
Start record : 14 April 2018 14 : 43 WIB	
Stop record : 14 April 2018 15 : 43 WIB	
Tinggi Alat : 1,531 m	
Diagram Obstruksi :	Catatan :

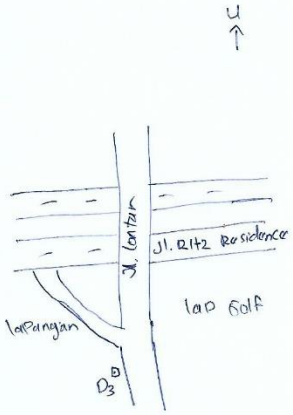




Formulir Survei GNSS
Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2018

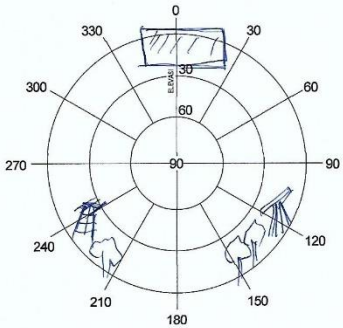
Nama Titik : D3	
Surveyor : Dimas, Wahyu	
Lokasi : Jl. lontar	
Base/rover : rover	
Start record : 14 April 2018 15:59 WIB	
Stop record : 14 April 2018 17:01 WIB	
Tinggi Alat : 1,534 m	
Diagram Obstruksi :	Catatan :

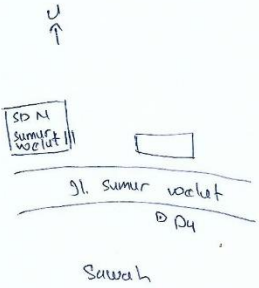




Formulir Survei GNSS
Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2018

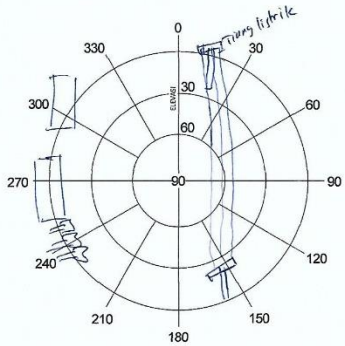
Nama Titik : D4	
Surveyor : Dimas, Wahyu	
Lokasi : Jl. Sumur Welut	
Base/rover : rover	
Start record : 14 April 2018 17:31 WIB	
Stop record : 14 April 2018 18:31 WIB	
Tinggi Alat : 1,649 m	
Diagram Obstruksi :	Catatan :

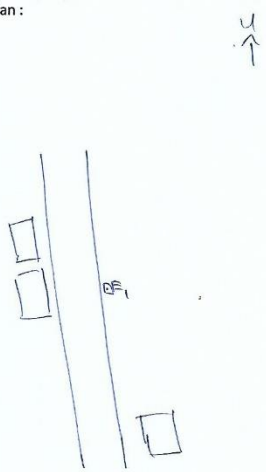




Formulir Survei GNSS
Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2018

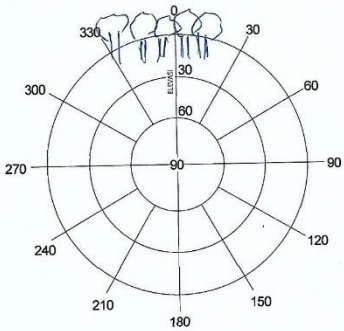
Nama Titik : E1	
Surveyor : Dimas, Wahyu	
Lokasi : Jl. Jawar Surabaya	
Base/rover : rover	
Start record : 14 April 2018 07:34 WIB	
Stop record : 14 April 2018 08:37 WIB	
Tinggi Alat : 1,320 m	
Diagram Obstruksi :	Catatan :

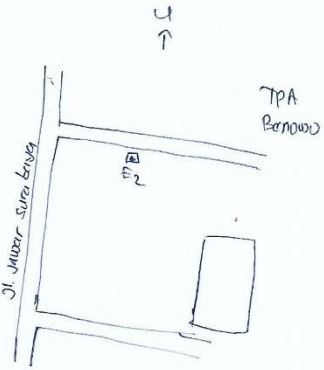




Formulir Survei GNSS
Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2018

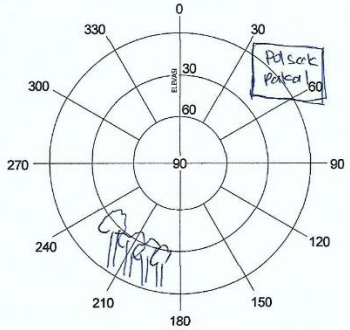
Nama Titik : E2	
Surveyor : Dimas Wahyu	
Lokasi : Jl Jawar Surabaya	
Base/rover : rover	
Start record : 14 April 2018 09 : 19 WIB	
Stop record : 14 April 2018 10 : 20 WIB	
Tinggi Alat : 1.543 m	
Diagram Obstruksi :	Catatan :

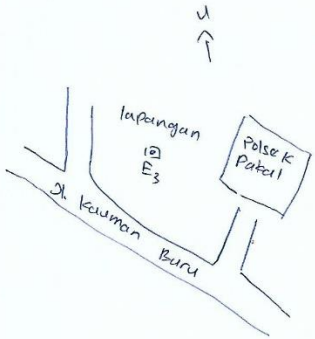




Formulir Survei GNSS
Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2018

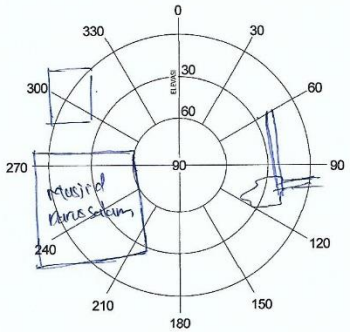
Nama Titik : E3	
Surveyor : Dimas, wahyu	
Lokasi : Lapangan Polsek Pakal Surabaya, Jl. Kauman Baru	
Base/rover : rover	
Start record : 14 April 2018 10:31 WIB	
Stop record : 14 April 2018 11:32 WIB	
Tinggi Alat : 1,526 m	
Diagram Obstruksi :	Catatan :

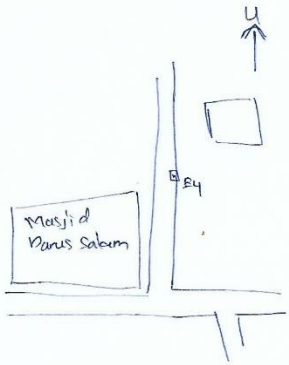




Formulir Survei GNSS
Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2018

Nama Titik : E4	
Surveyor : Dimas, wahyu	
Lokasi : Jl. Rojosari	
Base/rover : rover	
Start record : 14 April 2018 11:47 WIB	
Stop record : 14 April 2018 12:50 WIB	
Tinggi Alat : 1,597 m	
Diagram Obstruksi :	Catatan :





"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BIODATA PENULIS

Penulis lahir di Nganjuk, pada 03 Februari 1996. Pendidikan dasar di SDN KEdungdowo II, Pendidikan menengah pertama di SMPN 4 Nganjuk, dan Pendidikan menengah atas di SMAN 3 Nganjuk. Perguruan tinggi ditempuh dan diselesaikan penulis di Surabaya. Penulis memulai pendidikan Strata 1 di Jurusan Teknik Geomatika FTSP ITS pada tahun 2014 dengan Nomor Registrasi Peserta (NRP) 03311440000069. Selama menjalani perkuliahan, penulis aktif di berbagai kegiatan kepanitiaan dan organisasi. Pada tahun kedua penulis mengikuti organisasi mahasiswa sebagai staff Departemen Kesejahteraan Mahasiswa HIMAGE – ITS 2015/2016 dan staff Media dan Informasi BEM FTSP 2015/2016. Pada periode selanjutnya penulis melanjutkan sebagai Kepala Departemen Media dan Informasi HIMAGE – ITS 2016/20. Penulis memilih bidang Geodesi Surveying dengan sub bidang Terestrial dalam penulisan tugas akhir yang berjudul “ANALISIS AKURASI PENENTUAN POSISI RECEIVER HI TARGET V30 BERDASARKAN PENGGUNAAN SATELIT GPS, GLONASS, DAN BEIDOU”.