

# SKRIPSI

**Kajian Pengaruh *Mask Angle* Terhadap Hasil Ketelitian Posisi menggunakan  
*Differential Global Positioning System (DGPS) NavCom Land-Pak Starfire*  
(Studi kasus : Kabupaten Kulonprogo, Yogyakarta)**

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL



Disusun oleh :

**DITA FEBRINA**

12.25.915

MALANG

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

**2014**

2017

REKAMATI KEMENTERIAN KESEHATAN  
REKAMATI KEMENTERIAN KESEHATAN  
REKAMATI KEMENTERIAN KESEHATAN

REKAMATI

REKAMATI

REKAMATI

REKAMATI KEMENTERIAN KESEHATAN  
REKAMATI KEMENTERIAN KESEHATAN  
REKAMATI KEMENTERIAN KESEHATAN

REKAMATI

# LEMBAR PERSETUJUAN

**KAJIAN PENGARUH MASK ANGLE TERHADAP HASIL KETELITIAN  
POSISI MENGGUNAKAN DIFFERENTIAL GLOBAL POSITIONING  
SYSTEM (DGPS) NAVCOM LAND-PAK STARFIRE  
(Studi Kasus : Kabupaten Kulonprogo, Yogyakarta)**

## SKRIPSI

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

Oleh:

**DITA FEBRINA  
12.25.915**

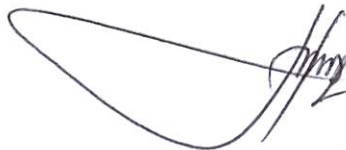
**Menyetujui :**

**Dosen Pembimbing I**



**(Silvester Sari Sai, ST., MT)**

**Dosen Pembimbing II**



**(Hery Purwanto, ST., MSc)**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1**



**(Ir. Agus Darpono, MT)**



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

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

T. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**KAJIAN PENGARUH MASK ANGLE TERHADAP HASIL KETELITIAN  
POSISI MENGGUNAKAN DIFFERENTIAL GLOBAL POSITIONING  
SYSTEM (DGPS) NAVCOM LAND-PAK STARFIRE  
(Studi Kasus : Kabupaten Kulonprogo, Yogyakarta)**

Telah Dipertahankan Dihadapan Panitia Penguji Sidang Skripsi Jenjang Strata  
Satu (S-1)

Pada hari : Rabu

Tanggal : 19 Februari 2014

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

Oleh:

**DITA FEBRINA**

**12.25.915**

**Panitia Ujian Skripsi**

**Ketua**

(Ir. Agus Darpono, MT)

**Sekretaris**

(Silvester Sari Sai, ST., MT)

**Anggota Penguji**

**Penguji I**

(Ir. Agus Darpono, MT)

**Penguji II**

(D.K. Sunaryo, ST., MT)

**Penguji III**

(Ir. Jasmani, M.Kom)

# **KAJIAN PENGARUH MASK ANGLE TERHADAP HASIL KETELITIAN POSISI MENGGUNAKAN DIFFERENTIAL GLOBAL POSITIONING SYSTEM (DGPS) NAVCOM LAND-PAK STARFIRE**

Dita Febrina 12.25.915

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

Dosen Pembimbing II : Hery Purwanto, ST., MSc.

## **Abstraksi**

*Pada survey GPS yang diperlukan adalah pengamat memiliki ruang pandang ke langit yang relative luas untuk dapat 'melihat' satelit (satellite visibility). Dua hal harus diperhatikan, yaitu berkaitan dengan lokasi dan ketinggian dari objek-objek yang dapat menghalangi penerimaan sinyal oleh receiver GPS. Terdapat satu parameter penting berkaitan dengan ketinggian objek yaitu Mask Angle. Besarnya mask angle yang digunakan akan menentukan jumlah satelit yang teramati dan mempengaruhi hasil ketelitian posisi. Besarnya mask angle yang akan digunakan tersebut harus mempertimbangkan ketinggian dari objek-objek yang dapat menyebabkan obstruksi sinyal pada lokasi yang bersangkutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh mask angle terhadap ketelitian (akurasi) posisi hasil pengamatan menggunakan DGPS NavCom Land-Pak.*

*Penelitian dilakukan di kabupaten Kulonprogo, Yogyakarta. Pengambilan data menggunakan DGPS Navcom Land-Pak dengan koreksi satelit Starfire dan data pengamatan yang dihasilkan adalah data real-time. Mask angle yang digunakan adalah 10°, 15°, 20° dan 30° dengan kondisi lapangan yang relative terbuka. Koordinat hasil pengamatan masing-masing mask angle akan dibandingkan dengan koordinat titik referensi. Analisis dilakukan dengan melihat selisih perbedaan koordinat hasil pengamatan mask angle 10°, 15°, 20° dan 30° terhadap titik referensi.*

*Hasil pengamatan DGPS dengan mask angle 10° dan pengamatan DGPS dengan mask angle 15° menghasilkan perbedaan rata-rata sebesar ±0.1280 m. Pengamatan DGPS dengan mask angle 15° dan pengamatan DGPS dengan mask angle 20° menghasilkan perbedaan rata-rata sebesar ±0.0144 m. Pengamatan dengan mask angle 20° dan pengamatan dengan mask angle 30° menghasilkan perbedaan sebesar ±0.0766 m. pengamatan DGPS untuk daerah relative terbuka menggunakan alat Navcom Land-Pak Starfire dengan mask angle 15° sampai 20° akan menghasilkan data pengamatan yang relative baik.*

**Kata kunci** : Mask Angle, Ketelitian posisi, DGPS

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Dita Febrina  
NIM : 12.25.915  
Program Studi : Teknik Geodesi S-1  
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya yang berjudul

***“Kajian Pengaruh Mask Angle Terhadap Hasil Ketelitian Posisi menggunakan Differential Global Positioning System (DGPS) NavCom Land-Pak Starfire”***

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

Malang, Maret 2014  
Yang Membuat Pernyataan



Dita Febrina  
NIM : 12.25.915

## *Sembar Persembahkan*

Tugas akhir ini penulis persembahkan kepada :

*"Ayahanda Supripta dan Bunda Fatimah yang selama ini terus memberikan doa dan kasih sayang yang tak terhira jumlahnya"*

*"Kedua saudarisku yang terkasih, Dini Devi Haryani dan Dian Tri Utami terimakasih atas semangat yang kalian berikan ☺"*

*"Kangmas Wahyu Widayat, calon pendamping hidupku yang telah memberikan semangat, tawa, dan belati mengingatkan untuk berusaha, beribadah dan berdoa"*

*"Yang bisa dilakukan seorang makhluk bernama manusia terhadap mimpi-mimpi dan keyakinannya adalah mereka hanya tinggal mempercayanya"*

*-Sidney Sheldon-*

*Bang Bara Indra Setyawan, A.Md Matar nawan sanget nggih sudah  
melaungkan waktunya yang berharga di malam takwa baru demi menolong  
temanmu yang baik ini hahaha 😊 semoga cepat bergelar sarjana  
teknik jagaa . amin ...*

*Untuk gengs Wisma Bahagia Candi Panggang, Bara Indra Setyawan,  
Farizal Febriantoro Wibowo, Yohanes Seto Ari Wibowo yang sudah  
membawa kegalaan, kebahagiaan, kegilaan, dan kebodohan selama hidup  
di kota Malang. Thanks gengs ^^*

*Untuk teman teman alih jenjang semua, terimakasih atas moment moment  
berharga selama di Malang. Together We Strong !!!*



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil 'alamin Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayahnya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Kajian Pengaruh *Mask Angle* Terhadap Hasil Ketelitian Posisi menggunakan *Differential Global Positioning System (DGPS) NavCom Land-Pak Starfire*”**. Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam mencapai derajat sarjana teknik pada Jurusan Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang.

Selama proses penyusunan skripsi, penulis telah mendapatkan dukungan dan bantuan dari berbagai pihak oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada yang terhormat :

1. Ir. Agus Darpono, MT, sebagai ketua Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Silvester Sari Sai, ST., MT, selaku dosen pembimbing 1 dalam pembuatan skripsi Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Hery Purwanto, ST., MSc, selaku dosen pembimbing 2 dalam pembuatan skripsi Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang
4. Kepada PT. Eroksha Graha Teknika yang telah berkenan memfasilitasi penulis dalam pelaksanaan penelitian skripsi.

5. Kepada pihak-pihak terkait yang telah mendukung kelancaran penyelesaian penulisan skripsi.
6. Teman-teman Teknik Geodesi alih jenjang angkatan 2012 terima kasih atas kebersamaan, dukungan dan kerja samanya selama ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca sekalian.

Malang,      Maret 2014

Penyusun

## DAFTAR ISI

Lembar Judul.....	i
Lembar Persetujuan .....	ii
Lembar Pengesahan .....	iii
Abstraksi .....	iv
Surat Pernyataan Keaslian Skripsi .....	v
Lembar Persembahan .....	vi
Kata Pengantar .....	viii
Daftar Isi .....	x
Daftar Tabel .....	xiii
Daftar Gambar .....	xv
Daftar Lampiran .....	xviii

### **BAB I PENDAHULUAN**

I.1. Latar Belakang .....	1
I.2. Rumusan Masalah .....	2
I.3. Batasan Masalah.....	2
I.4. Tujuan Penelitian .....	3
I.5. Tinjauan Pustaka .....	4

### **BAB II LANDASAN TEORI**

II.1. GPS ( <i>Global Positioning System</i> ) .....	5
II.2. Segmen dalam Sistem GPS .....	7
II.2.1. Segmen Angkasa .....	7
II.2.2. Segmen Sistem Kontrol .....	9

II.2.3. Segmen Pengguna .....	11
II.3. Sinyal GPS .....	15
II.4. <i>Mask Angle</i> .....	19
II.5. Distribusi Satelit.....	20
II.6. Penentuan Posisi dengan GPS .....	22
II.6.1. Sistem DGPS .....	24
II.6.2. Diferensial GPS StarFire .....	26
II.7. Uji Statistik <i>Test of Mean (T Student)</i> .....	29
 <b>BAB III PELAKSANAAN</b>	
III.1. Lokasi Penelitian .....	32
III.2. Persiapan Penelitian .....	33
III.2.1. Alat dan Bahan Penelitian.....	33
III.2.2. Spesifikasi Alat .....	33
III.3. Tahap Penelitian .....	33
III.4. Proses Pengambilan Data DGPS Navcom Land-Pak SF-3040 dengan Koreksi Starfire .....	36
III.5. Proses Eksport Data menjadi File ASCII .....	42
III.6. Proses Perhitungan Uji Statistik <i>t Student</i> .....	44
 <b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
IV.1. Data Koordinat Titik Referensi .....	46
IV.2. Data Koordinat Hasil Pengamatan DGPS .....	46
IV.3. Hasil Uji Statistik <i>T Student</i> .....	48
IV.4. Analisa Selisih Koordinat .....	52

**BAB V PENUTUP**

V.1. Kesimpulan .....	49
V.2. Saran .....	49

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Beberapa pertimbangan dalam pemilihan <i>band</i> frekuensi untuk sinyal	17
Tabel 2.2 Metode-metode penentuan posisi dengan GPS .....	23
Tabel 4.1. Koordinat Referensi dalam Datum WGS 1984 Zona 49 S .....	46
Tabel 4.2. Koordinat Hasil Pengamatan DGPS Titik 1 .....	47
Tabel 4.3. Koordinat Hasil Pengamatan DGPS Titik 2 .....	47
Tabel 4.4. Koordinat Hasil Pengamatan DGPS Titik 3 .....	47
Tabel 4.5. Koordinat Hasil Pengamatan DGPS Titik 4 .....	48
Tabel 4.6. Koordinat Hasil Pengamatan DGPS Titik 5 .....	48
Tabel 4.7. Hasil Perhitungan Uji Statistik Mask Angle $10^0$ komponen absis ...	49
Tabel 4.8. Hasil Perhitungan Uji Statistik Mask Angle $10^0$ komponen ordinat	49
Tabel 4.9. Hasil Perhitungan Uji Statistik Mask Angle $15^0$ komponen absis ...	50
Tabel 4.10. Hasil Perhitungan Uji Statistik Mask Angle $15^0$ komponen ordinat	50
Tabel 4.11. Hasil Perhitungan Uji Statistik Mask Angle $20^0$ komponen absis .	50
Tabel 4.12. Hasil Perhitungan Uji Statistik Mask Angle $20^0$ komponen ordinat	51
Tabel 4.13. Hasil Perhitungan Uji Statistik Mask Angle $30^0$ komponen absis .	52
Tabel 4.14. Hasil Perhitungan Uji Statistik Mask Angle $30^0$ komponen ordinat	51
Tabel 4.14. Hasil selisih koordinat referensi terhadap koordinat pengamatan DGPS titik 1 .....	52
Tabel 4.15. Hasil selisih koordinat referensi terhadap koordinat pengamatan DGPS titik 2 .....	53
Tabel 4.16. Hasil selisih koordinat referensi terhadap koordinat pengamatan DGPS titik 3 .....	54

**Tabel 4.16. Hasil selisih koordinat referensi terhadap koordinat pengamatan DGPS**

**titik 4 ..... 55**

**Tabel 4.16. Hasil selisih koordinat referensi terhadap koordinat pengamatan DGPS**

**titik 5 ..... 56**

**Tabel 4.17. Hasil selisih koordinat referensi terhadap koordinat pengamatan DGPS**

**..... 53**

**Tabel 4.15. Hasil selisih koordinat referensi terhadap koordinat pengamatan DGPS**

**titik 2 ..... 53**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Satelit GPS .....	8
Gambar 2.2 Orbit satelit GPS .....	9
Gambar 2.3 <i>Ground Control</i> GPS .....	10
Gambar 2.4 Sistem kontrol GPS .....	11
Gambar 2.5 Contoh <i>Reveiver</i> GPS Navigasi .....	12
Gambar 2.6 Contoh <i>Reveiver</i> GPS Tipe Pemetaan.....	13
Gambar 2.7 Contoh <i>Reveiver</i> GPS Tipe Geodetik .....	14
Gambar 2.8 <i>Receiver</i> NavCom Land-Pak.....	15
Gambar 2.9 Informasi yang dikandung sinyal GPS .....	16
Gambar 2.10 Struktur frekuensi dan parameter dasar komponen GPS .....	16
Gambar 2.11 Sistem Radio Navigasi .....	17
Gambar 2.12 Perjalanan sinyal GPS .....	18
Gambar 2.13 Pancaran utama sinyal GPS relatif terhadap bumi.....	19
Gambar 2.14 Penampakan satelit GPS yang sama dari dua tempat di permukaan bumi .....	20
Gambar 2.15 Contoh Geometri satelit yang baik.....	21
Gambar 2.16 Prinsip dasar penentuan posisi dengan GPS (pendekatan vector)	22
Gambar 2.17 Penentuan posisi secara diferensial .....	23
Gambar 2.18 Penentuan posisi absolut .....	24
Gambar 2.19 Sistem DGPS .....	24
Gambar 2.20 Sistem WADGPS Starfire .....	26
Gambar 2.21 Sistem Koreksi Starfire .....	27



Gambar 2.22 Segmen Kontrol Starfire .....	28
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian .....	32
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian .....	34
Gambar 3.3 Mendirikan DGPS Land-Pak di <i>Bench Mark</i> .....	36
Gambar 3.4 Ikon aplikasi SurvCE pada layar kontroler .....	37
Gambar 3.5 Kotak dialog untuk membuat job pada SurvCE.....	37
Gambar 3.6 File menu – <i>Job Setting</i> pada SurvCE.....	38
Gambar 3.7 <i>Equip</i> Menu – <i>GPS Base</i> pada SurvCE .....	38
Gambar 3.8 <i>GPS Base Submenu – Current Tab</i> .....	39
Gambar 3.9 <i>GPS Base Submenu Type: Bluetooth - Find Receiver Option</i> .....	39
Gambar 3.10 <i>GPS Rover Submenu – Receiver Tab</i> .....	40
Gambar 3.11 <i>GPS Rover Submenu – RTK Tab</i> .....	40
Gambar 3.12 <i>Survei Menu – Store Points</i> pada SurvCE .....	41
Gambar 3.13 <i>Equip Menu – Monitor/Skyplot</i> .....	41
Gambar 3.14 <i>Monitor/Skyplot submenu – Quality Tab dan SATView</i> .....	42
Gambar 3.15 <i>File Menu – Import/Export</i> pada SurvCE .....	42
Gambar 3.16 Kotak Dialog <i>Export Ascii</i> .....	43
Gambar 3.17 Kotak Dialog <i>Ascii File to Write</i> .....	43
Gambar 3.18. Tampilan awal <i>software Stat</i> .....	44
Gambar 3.19. Input nilai <i>t student</i> .....	44
Gambar 4.1. Grafik Selisih Nilai Koordinat Referensi terhadap Koordinat DGPS di titik 1 .....	52
Gambar 4.2. Grafik Selisih Nilai Koordinat Referensi terhadap Koordinat DGPS di titik 2.....	53

Gambar 4.3. Grafik Selisih Nilai Koordinat Referensi terhadap Koordinat DGPS di titik 3.....	54
Gambar 4.4. Grafik Selisih Nilai Koordinat Referensi terhadap Koordinat DGPS di titik 4.....	55
Gambar 4.5. Grafik Selisih Nilai Koordinat Referensi terhadap Koordinat DGPS di titik 5.....	56
Gambar 4.6. Grafik Selisih Nilai Koordinat Referensi terhadap Koordinat Pengamatan DGPS.....	57

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran A Data Pengamatan Realtime di Titik 1

Lampiran B Data Pengamatan Realtime di Titik 2

Lampiran C Data Pengamatan Realtime di Titik 3

Lampiran D Data Pengamatan Realtime di Titik 4

Lampiran E Data Pengamatan Realtime di Titik 5

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Satelit GPS mentransmisikan sinyal-sinyal, pada prinsipnya untuk ‘memberi tahu’ pengamat sinyal tentang posisi satelit tersebut serta jarak dari pengamat beserta informasi waktunya. Sinyal GPS juga digunakan untuk menginformasikan kelaikgunaan (kesehatan) satelit kepada pengamat, serta informasi pendukung lainnya seperti parameter untuk perhitungan koreksi jam satelit, parameter model ionosfer satu frekuensi (model Klobuchar), transformasi waktu GPS ke UTC (*Universal Time Coordinates*), dan status konstelasi satelit. Dengan mengamati satelit dalam jumlah yang cukup, menggunakan alat penerima (*receiver*) GPS, maka berdasarkan data dan informasi yang dibawa oleh sinyal-sinyal satelit GPS, pengamat dapat menentukan posisi, kecepatan, waktu, maupun parameter-parameter turunan lainnya.

Geometri pengamatan yang mencakup geometri pengamat dan geometri satelit akan juga mempengaruhi ketelitian posisi titik yang diperoleh dengan survey GPS. Geometri pengamatan memiliki beberapa parameter, antara lain: lokasi dan jumlah titik, konfigurasi jaringan, dan karakteristik baseline yang mewakili geometri pengamat; serta jumlah satelit serta lokasi dan distribusi satelit yang mewakili geometri satelit. Pada survey GPS tidak memerlukan saling keterlihatan (*intervisibility*) antara titik-titik pengamat. Yang diperlukan adalah pengamat memiliki ruang pandang ke langit yang relative luas untuk dapat

'melihat' satelit (*satellite visibility*). Dalam masalah ruang pandang ke langit, dua hal harus diperhatikan, yaitu berkaitan dengan lokasi dan ketinggian dari objek-objek yang dapat menghalangi penerimaan sinyal oleh receiver GPS. Lokasi dan ketinggian dari objek-objek ini digambarkan dalam bentuk suatu diagram yang dinamakan diagram obstruksi. Diagram ini nantinya akan digabungkan dengan diagram penampakan satelit (*satellite polar plot*) untuk mengetahui jumlah satelit yang dapat diamati dari lokasi yang bersangkutan serta juga untuk menentukan selang waktu pelaksanaan pengamatan yang tepat.

Berkaitan dengan ketinggian objek yang juga digambarkan pada diagram obstruksi, maka ada satu parameter yang penting yaitu *Mask angle*. *Mask angle* adalah sudut elevasi minimum dari satelit yang akan diamati oleh *receiver* GPS. *Mask angle* merupakan salah satu parameter yang harus ditentukan oleh pengguna dalam pengoperasian *receiver* GPS. Besarnya *mask angle* yang digunakan akan menentukan jumlah satelit yang teramati. Besarnya *mask angle* yang akan digunakan tersebut harus mempertimbangkan ketinggian dari objek-objek yang dapat menyebabkan obstruksi sinyal pada lokasi yang bersangkutan.

Perubahan nilai *mask angle* pada saat pengamatan akan berpengaruh terhadap ketelitian dari nilai koordinat yang didapatkan karena jumlah satelit yang diamati akan berbeda tergantung dari nilai *mask angle* yang digunakan. Hal ini yang melatarbelakangi analisa yang akan dilakukan mengenai perbedaan ketelitian dari hasil pengamatan dengan *mask angle* berbeda-beda menggunakan *Differential Global Positioning System* (DGPS) Navcom Land-Pak *Starfire*

## **I.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah seberapa signifikan perbedaan hasil pengamatan satelit pada kondisi lapangan dengan obstruksi yang minimal menggunakan *mask angle* yang bervariasi untuk metode pengamatan DGPS?

## **I.3. Batasan Masalah**

Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini dibatasi dan dikonsentrasikan untuk meneliti perbandingan ketelitian horisontal dari hasil pengamatan dengan *mask angle* yang berbeda-beda yaitu 10°, 15°, 20° dan 30° menggunakan DGPS Navcom Land-Pak.
2. Pengamatan DGPS dilakukan pada titik yang diketahui koordinatnya (Bench Mark) dengan kondisi obstruksi yang minimal.
3. Pengamatan dilakukan pada titik BM sejumlah 5 (lima) titik dan data pengamatan sebanyak 10 (sepuluh) data.

## **I.4. Tujuan Penelitian**

Untuk mengetahui pengaruh perubahan penggunaan nilai *mask angle* terhadap ketelitian posisi horisontal hasil pengamatan menggunakan DGPS NavCom Land-Pak.

## 1.5. Tinjauan Pustaka

Menurut Elliot D. Kaplan dalam buku *Understanding GPS : Principles and Application* menyebutkan bahwa ketersediaan satelit GPS tergantung dari *mask angle* yang digunakan oleh *receiver* GPS. Dengan menurunkan *mask angle*, jumlah satelit yang terekam akan lebih banyak. Ketersediaan (*availability*) satelit GPS diperoleh dengan menerapkan *mask angle* berikut :  $7.5^\circ$ ,  $5^\circ$ ,  $2.5^\circ$  dan  $0^\circ$ . Dalam prediksi ketersediaan 24 satelit GPS, nilai Maksimum dari HDOP untuk *mask angle* kurang dari atau samadengan  $5^\circ$  adalah 2.55. Nilai maksimum dari PDOP untuk *mask angle*  $5^\circ$  adalah 5.15, *mask angle*  $2.5^\circ$  adalah 4.7 dan untuk *mask angle*  $0^\circ$  adalah 3.1.

Menurut Abidin, 1996 dalam modul Perencanaan dan Persiapan Survei GPS menyebutkan bahwa besarnya *mask angle* yang digunakan akan menentukan jumlah satelit yang teramati. Semakin besar *mask angle* yang digunakan, semakin sedikit jumlah satelit yang teramati (tidak menggunakan *mask angle* yang terlalu besar). Data pengamatan dari satelit-satelit yang berelevasi rendah, relatif akan lebih dipengaruhi oleh refraksi ionosfir dan troposfir, lebih mudah terkontaminasi oleh *multipath*, dan juga level derau (*noise*) nya umumnya lebih tinggi (tidak menggunakan *mask angle* yang terlalu kecil).



## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **II.1 GPS (*Global Positioning System*)**

GPS (*Global Positioning System*) adalah system satelit navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit. Nama formalnya adalah NAVSTAR GPS kependekan dari “*Navigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System*”. Sistem ini didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga dimensi serta informasi mengenai waktu, secara kontinyu di seluruh dunia tanpa tergantung waktu dan cuaca, kepada banyak orang secara simultan.

Dibandingkan dengan system dan metode penentuan posisi lainnya, GPS mempunyai banyak kelebihan dan menawarkan lebih banyak keuntungan, baik dalam segi operasionalnya maupun kualitas posisi yang diberikan. Berikut beberapa hal yang membuat GPS banyak digunakan (Abidin, 2007) :

1. GPS dapat digunakan setiap saat tanpa tergantung waktu dan cuaca.
2. Satelit-satelit GPS mempunyai ketinggian orbit yang cukup tinggi, yaitu sekitar 20.000 km di atas permukaan bumi, dan jumlahnya relative cukup banyak yaitu 24 satelit. Hal ini menyebabkan GPS dapat meliputi wilayah yang cukup luas, sehingga dapat digunakan oleh banyak orang pada saat yang sama, serta pemakaiannya menjadi tidak tergantung pada batas-batas politik dan batas alam.
3. Penggunaan GPS dalam penentuan posisi relatif tidak terlalu terpengaruh dengan kondisi topografis daerah survei dibandingkan dengan penggunaan metode terestris seperti pengukuran poligon.



4. Posisi yang ditentukan dengan GPS mengacu ke datum global yang relatif teliti dan mudah direalisasikan, yaitu datum WGS (*World Geodetic System*) 1984.
5. GPS dapat memberikan ketelitian posisi yang spektrumnya cukup luas.
6. Pemakaian system GPS tidak dikenakan biaya. Selama pengguna memiliki alat penerima (*receiver*) sinyal GPS maka yang bersangkutan dapat menggunakan system GPS untuk berbagai aplikasi tanpa dikenakan biaya oleh pihak yang memiliki satelit, dalam hal ini Departemen Pertahanan Keamanan, Amerika Serikat.
7. Alat penerima sinyal (*receiver*) GPS cenderung menjadi lebih kecil ukurannya, lebih murah harganya, lebih baik kualitas data yang diberikannya, dan lebih tinggi keandalannya.
8. Pengoperasian alat penerima GPS untuk penentuan posisi suatu titik relative mudah dan tidak mengeluarkan banyak tenaga.
9. Pengumpul data (*surveior*) GPS tidak dapat “memanipulasi” data pengamatan GPS seperti halnya yang dpaat dilakukan dengan metode pengumpulan data tersetris yang umum digunakan, yaitu metode poligon.
10. Semakin banyak instansi di Indonesia yang menggunakan GPS dan juga semakin banyak bidang aplikasi yang potensial di Indonesia yang dapat ditangani dengan menggunakan GPS.

## II.2 Segmen dalam Sistem GPS

Pada dasarnya GPS terdiri atas tiga segmen utama, yaitu segmen angkasa (*space segment*) yang terutama terdiri dari satelit-satelit GPS, segmen sistem kontrol (*control system segment*) yang terdiri dari stasiun-stasiun pemonitor dan pengontrol satelit, dan segmen pemakai (*user segment*) yang terdiri dari pemakai GPS termasuk alat-alat penerima dan pengolah sinyal dan data GPS (Abidin, 2007).

### II.2.1 Segmen Angkasa

Segmen angkasa GPS terdiri dari satelit-satelit GPS serta roket-roket Delta peluncur satelit dari Cape Canaveral di Florida, Amerika Serikat. Satelit GPS bisa dianalogikan sebagai stasiun radio di angkasa, yang dilengkapi dengan antenna-antena untuk mengirim dan menerima sinyal-sinyal gelombang. Sinyal-sinyal tersebut selanjutnya diterima oleh receiver GPS di/dekat permukaan bumi, dan digunakan untuk menentukan informasi posisi, kecepatan, waktu serta parameter-parameter turunan lainnya.

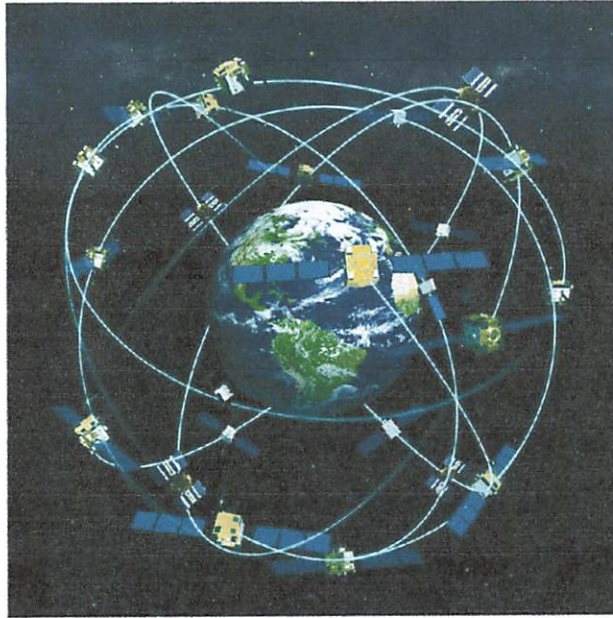
Menurut FAA (*Federal Aviation Administration*), 2005 dalam Abidin, 2007, satelit GPS pada dasarnya terdiri dari : Solar Panel, komponen internal, dan komponen eksternal. Setiap satelit GPS mempunyai dua sayap yang dilengkapi dengan sel-sel pembangkit tenaga matahari (*Solar Panel*), yang merupakan sumber energi untuk satelit. Satelit juga mempunyai komponen internal seperti jam atom dan pembangkit sinyal. Setiap satelit GPS akan membawa empat (4) jam atom berketelitian tinggi. Selain itu, satelit GPS juga dilengkapi dengan peralatan untuk mengontrol 'tingkah laku' (*attitude*) satelit, serta sensor-sensor untuk mendeteksi peledakan nuklir dan lokasinya. Komponen eksternal GPS

adalah beberapa antenna yang digunakan untuk menerima dan memancarkan sinyal-sinyal ke dan dari satelit GPS.

Setiap satelit GPS secara kontinyu memancarkan sinyal-sinyal gelombang pada 2 frekuensi L-band yang dinamakan L1 dan L2. Sinyal L1 berfrekuensi 1575,42 MHz dan sinyal L2 berfrekuensi 1227,60 MHz. Sinyal L1 membawa 2 buah kode biner yang dinamakan kode-P (*P-code, Precise or Private code*) dan kode C/A (*C/A-code, Clear Access or Coarse Acquisition*), sedangkan sinyal L2 hanya membawa kode C/A. Gambar 2.1 merupakan contoh satelit GPS dan gambar 2.2 adalah gambar orbit satelit GPS.



Gambar 2.1 Satelit GPS (sumber [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com))



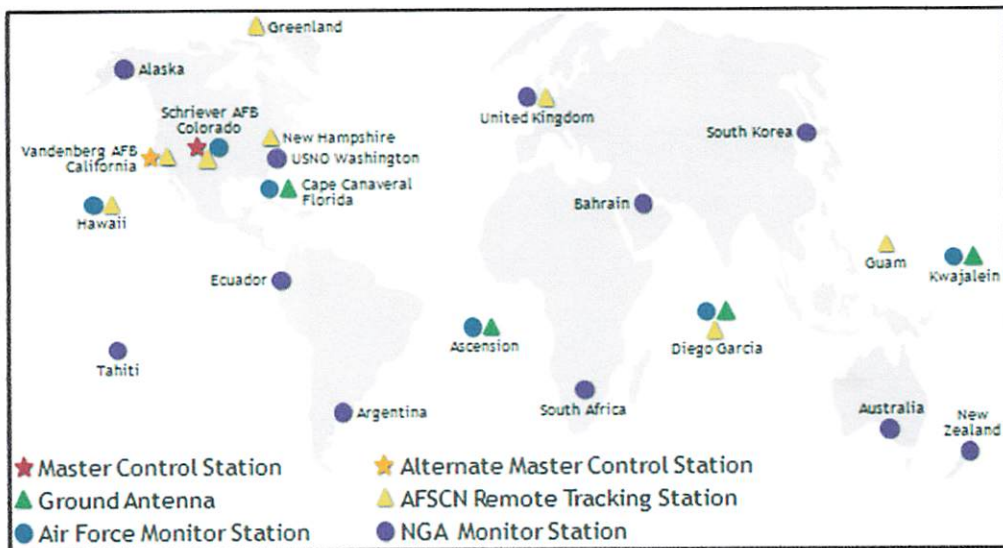
Gambar 2.2 Orbit satelit GPS (sumber [www.nusagps.com](http://www.nusagps.com))

### II.2.2 Segmen Sistem Kontrol

Segmen sistem kontrol berfungsi mengontrol dan memantau operasional semua satelit GPS dan memastikan bahwa semua satelit berfungsi sebagaimana mestinya. Secara lebih spesifik tugas utama dari segmen sistem kontrol GPS adalah (Misra dan Enge, 2001; Seeber, 2003 dalam Abidin, 2007) :

- a. Secara kontinyu memantau dan mengontrol system satelit.
- b. Menentukan dan menjaga waktu system GPS.
- c. Memprediksi ephemeris satelit serta karakteristik Jam satelit.
- d. Secara periodic meremajakan (*update*) navigation message dari setiap satelit, dan
- e. Melakukan maneuver satelit agar tetap berada dalam orbitnya, atau melakukan relokasi untuk menggantikan satelit yang tidak sehat, seandainya diperlukan.

Kesehatan satelit-satelit GPS tersebut dimonitor dan dikontrol oleh segmen system control yang terdiri dari beberapa stasiun pemonitor dan pengontrol yang tersebar di seluruh dunia, yaitu di Pulau Ascension (Samudera Atlantik bagian selatan), Diego Garcia (Samudera Hindia), Kwajalein (Samudera Pasifik bagian utara), Hawaii, dan Colorado Springs. Disamping memonitor dan mengontrol kesehatan seluruh satelit beserta seluruh komponennya, segmen control tersebut juga berfungsi menentukan orbit dari seluruh satelit GPS yang merupakan informasi vital untuk penentuan posisi dengan satelit. Berikut adalah persebaran *ground control* GPS yang ada di seluruh dunia.



Gambar 2.3 *Ground Control* GPS (Sumber <http://www.gps.gov> )



Gambar 2.4 Sistem kontrol GPS (sumber [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com))

### II.2.3 Segmen Pengguna

Segmen pengguna terdiri dari para pengguna satelit GPS, baik di darat, laut, udara maupun angkasa. Alat penerima sinyal GPS (*GPS Receiver*) diperlukan untuk menerima dan memproses sinyal dari satelit GPS untuk digunakan dalam penentuan posisi, kecepatan, waktu maupun parameter turunan lainnya. Komponen utama dari suatu receiver GPS secara umum adalah antenna dengan pre-amplifier, pemroses sinyal, pemroses data (solusi navigasi), osilator presisi, unit pengontrolan receiver dan pemrosesan (*user and external communication*), catu daya, memori serta perekam data.

Menurut Seeber, 1993, ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan receiver GPS, yaitu antara lain berdasarkan fungsinya, data yang direkam, jumlah kanal, ataupun penggunaannya.

Receiver GPS untuk penentuan posisi pada dasarnya dapat dibagi atas beberapa tipe yaitu :

1. *Receiver* tipe navigasi (*navigation type*)

Kadang disebut tipe genggam (*handheld receiver*) umumnya digunakan untuk penentuan posisi absolut secara instan yang tidak menuntut ketelitian terlalu tinggi. Receiver navigasi tipe sipil dapat memberikan ketelitian posisi sekitar 5 – 10 m, dan tipe militer sekitar 3 – 5 m. Dibawah ini merupakan contoh *receiver* tipe navigasi.



Gambar 2.5 Contoh *Receiver* GPS Navigasi (sumber [www.google.com](http://www.google.com))

2. *Receiver* tipe pemetaan

Seperti receiver tipe navigasi, receiver tipe pemetaan juga memberikan data *pseudorange* (kode-C/A). hanya bedanya, pada receiver tipe pemetaan, data tersebut direkam dan kemudian dapat dipindahkan (*download*) ke komputer untuk diproses lebih lanjut. Receiver tipe navigasi dapat digunakan untuk penentuan posisi secara diferensial, dan dalam hal ini ketelitian yang dapat diperoleh adalah sekitar 1 – 2 meter. Contoh dari *receiver* tipe geodetik ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2.6 Contoh *Receiver* GPS Tipe Pemetaan (sumber [www.esri.com](http://www.esri.com))

### 3. *Receiver* tipe geodetik

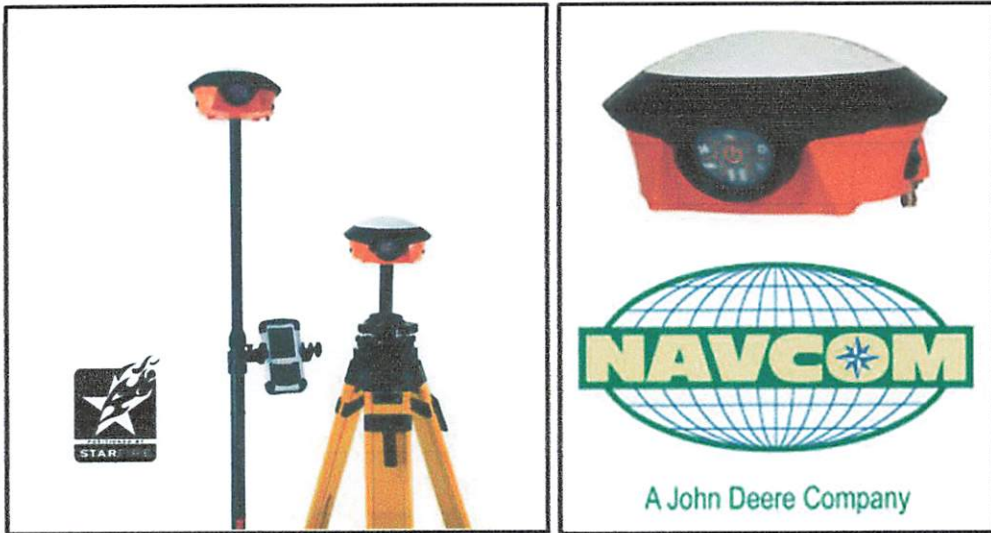
Tipe geodetic adalah tipe receiver yang relative paling canggih, paling mahal, dan juga memberikan data yang paling presisi. Oleh sebab itu, receiver tipe geodetic umumnya digunakan untuk aplikasi-aplikasi yang menuntut ketelitian yang relative tinggi (dari orde mm sampai cm), seperti untuk pengadaan titik-titik control geodesi, pemantauan deformasi, dan studi geodinamika. Berdasarkan pada jumlah data yang dapat diamati, dikenali tipe geodetic satu frekuensi dan dua frekuensi. Tipe geodetik satu frekuensi hanya merekam merekam data pseudorange dan fase dari sinyal L1, sedangkan tipe dua frekuensi juga merekam data dari sinyal L2. Dibawah ini merupakan contoh receiver tipe pemetaan merk Trimble





Gambar 2.7 Contoh *Receiver* GPS Tipe Geodetik (sumber [www.esri.com](http://www.esri.com))

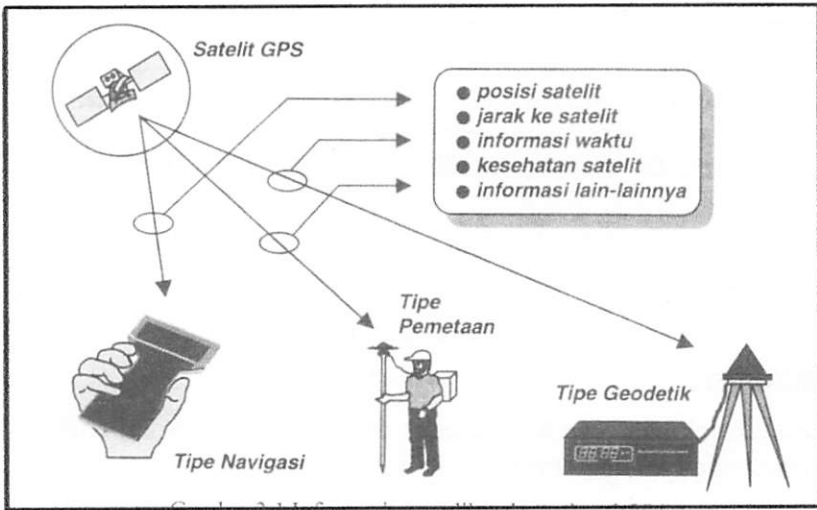
Sistem LAND-PAK yang terdapat pada *Receiver* Navcom Land-Pak memberikan tingkat kinerja yang belum ada dengan memasukkan Ultra-RTK, Starfire dan kemampuan RTK *Extend* sebagai standar. Dengan ultra RTK pengguna menerima tingkat kinerja dari centimeter hingga 40 kilometer dari base station sementara *Starfire* menyediakan akurasi 5 cm dimana saja, kapan saja tanpa perlu *base station*. System NavCom memungkinkan pengguna untuk bekerja di lingkungan yang menantang dan menjaga tingkat akurasi RTK bahkan selama radio *base station* padam. Berikut adalah contoh *receiver* Navcom Land-Pak.



Gambar 2.8 Receiver NavCom Land-Pak (Sumber <http://www.navcomtech.com>)

### II.3 Sinyal GPS

Satelit GPS memancarkan sinyal-sinyal, pada prinsipnya untuk ‘memberi tahu’ pengamat tentang posisi satelit tersebut serta jarak dari pengamat beserta informasi waktunya. Sinyal GPS juga digunakan untuk menginformasikan kesehatan satelit kepada pengamat, serta informasi pendukung lainnya seperti parameter untuk perhitungan koreksi jam satelit, parameter model ionosfer satu frekuensi (Model Klobuchar), transformasi waktu GPS ke UTC (*Universal Time Coordinates*), dan status konstelasi satelit. Dengan mengamati satelit dalam jumlah yang cukup, menggunakan alat penerima (*receiver*) GPS, maka berdasarkan data dan informasi yang dibawa oleh sinyal-sinyal satelit GPS, pengamat dapat menentukan posisi, kecepatan, waktu, maupun parameter-parameter turunan lainnya.

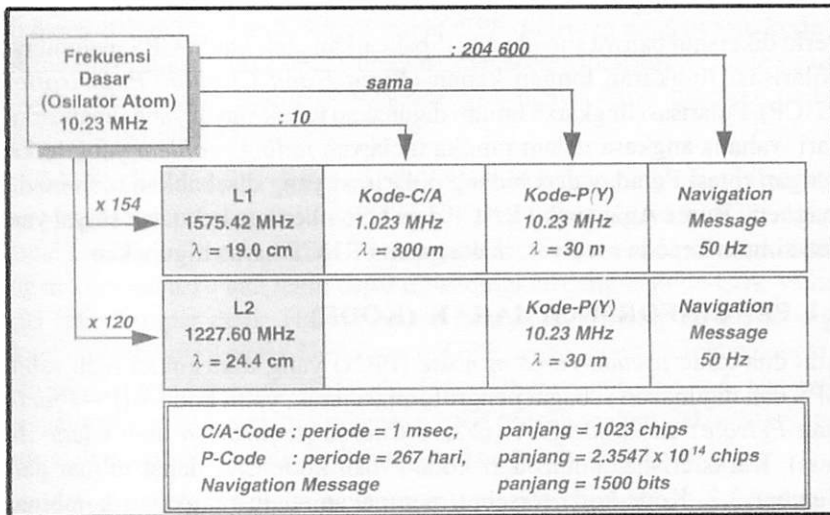


Gambar 2.9 Informasi yang dikandung sinyal GPS (Abidin, 2007)

Pada dasarnya sinyal GPS dapat dibagi atas 3 komponen yaitu :

- Penginformasi jarak (kode) yang berupa kode-P(Y) dan kode-C/A,
- Penginformasi posisi satelit (*navigation message*), dan
- Gelombang pembawa (*carrier wave*) L1 dan L2.

Struktur frekuensi dan karakteristik dasar dari komponen sinyal GPS pada gambar berikut :

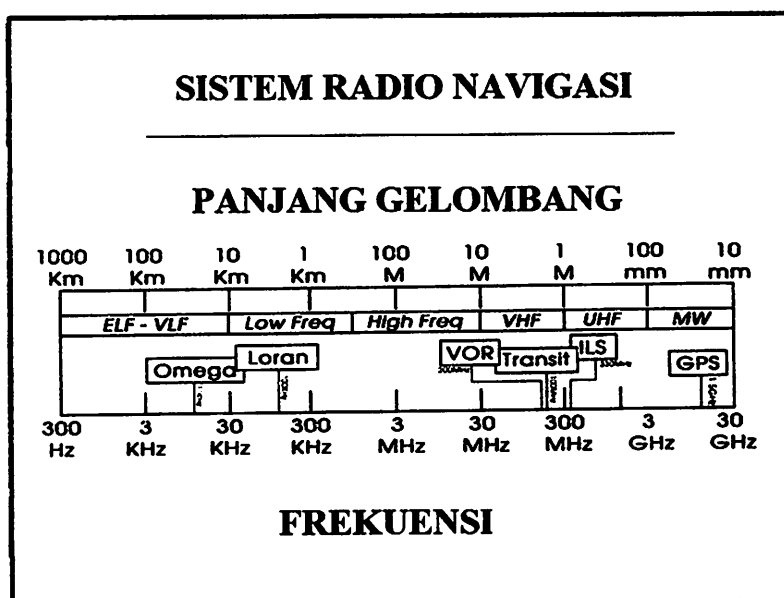


Gambar 2.10 Struktur frekuensi dan parameter dasar komponen GPS (Sumber : Abidin, 2007)

Sinyal GPS menggunakan rentang (*band*) frekuensi-L dari spektrum gelombang elektromagnetik. Ada beberapa pertimbangan yang digunakan dalam pemilihan rentang frekuensi tersebut, yaitu seperti yang ditunjukkan tabel dibawah ini :

Tabel 2.1 Beberapa pertimbangan dalam pemilihan *band* frekuensi untuk sinyal (Spilker Jr., 1996 dalam Abidin, 2007)

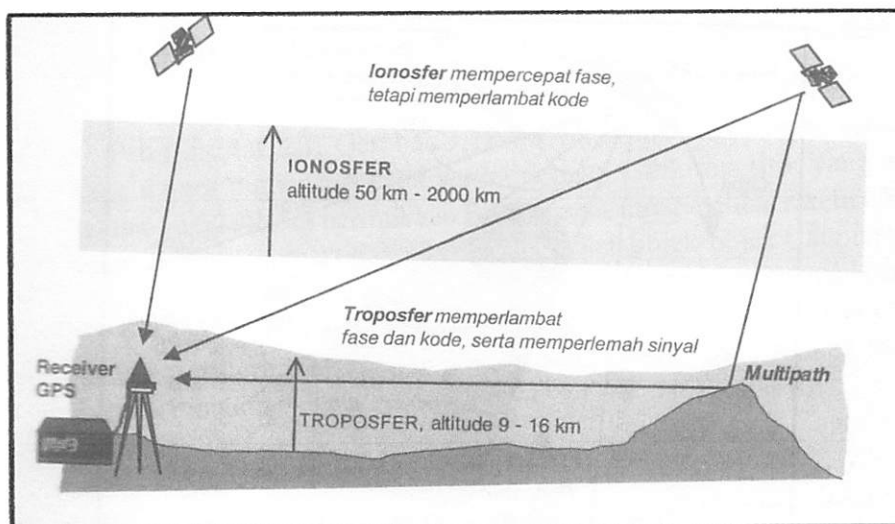
Parameter Kinerja	UHF ( $\approx 400$ MHz)	Band-L (1-2 GHz)	Band-C (4-6 GHz)
Path loss (hilangnya daya selama perjalanan)*	Paling kecil diantara ketiganya	Wajar (dapat diterima)	$\approx 10$ dB, Lebih besar daripada band-L
Bias Ionosfer ( $\sim 1/f^2$ )	Besar, 20 – 1500 ns	2 – 150 ns pada 1,5 GHz	$\approx 0 - 15$ ns
Pertimbangan lainnya	Derau galaktik $\approx 150^\circ$ K pada 400 MHz	-	Atenuasi (pelemahan) karena atmosfer dan hujan cukup signifikan **
* untuk antenna penerima omnidirectional $\sim f^2$ ** pada band 4-6 GHz : 0,1 – 1 dB/km untuk setiap 100 mm/jam curah hujan			



Gambar 2.11 Sistem Radio Navigasi (sumber : www.google.com)

Dalam perjalanannya dari satelit ke pengamat di permukaan bumi, sinyal GPS harus melalui medium-medium ionosfer dan troposfer, dimana dalam kedua lapisan tersebut sinyal GPS akan mengalami refraksi dan sintilasi (*scintillation*) di dalamnya, serta pelemahan (*atmospheric attenuation*) dalam lapisan troposfer. Disamping itu, sinyal GPS juga dapat dipantulkan oleh benda-benda disekitar pengamat sehingga menyebabkan terjadinya multipath, yaitu fenomena dimana sinyal GPS yang diterima oleh antenna adalah resultan dari sinyal langsung dan sinyal pantulan (Abidin, 2007).

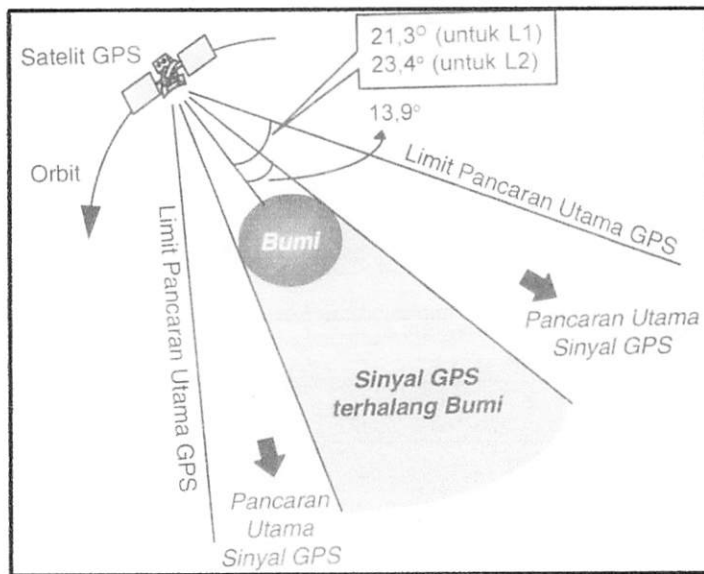
Kesalahan dan bias tersebut, beserta berbagai jenis kesalahan dan bias lainnya seperti kesalahan orbit dan waktu, akan menyebabkan kesalahan pada jarak ukuran dengan GPS (pseudorange serta jarak fase), sehingga harus diperhitungkan dalam pemrosesan sinyal GPS untuk keperluan penentuan posisi ataupun parameter lainnya. Sinyal GPS dipancarkan oleh antena di satelit ke arah bumi dalam bentuk berkas sinyal (*signal beam*) (Abidin, 2007). Sinyal GPS yang dapat digunakan untuk penentuan posisi dan parameter lainnya adalah yang berada dalam ruang pancaran utama serta berada diluar ruang bayang bumi.



Gambar 2.12 Perjalanan sinyal GPS (Abidin, 2007)

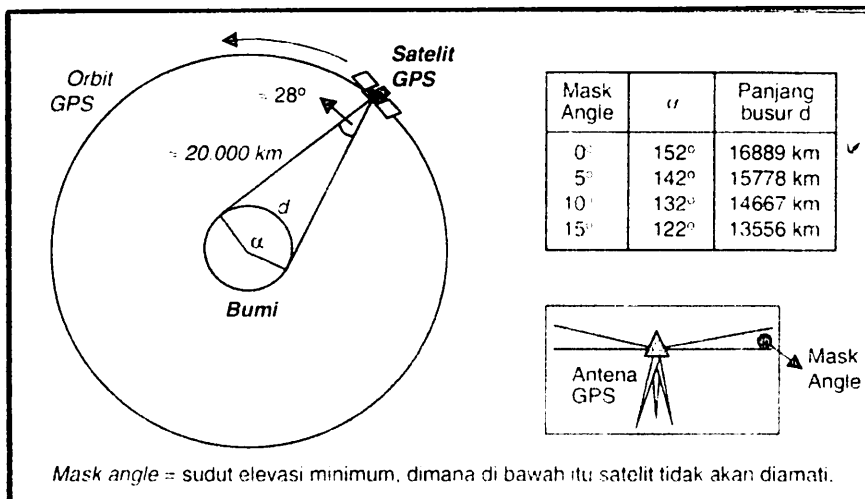
## II.4 Mask Angle

*Mask angle* adalah sudut elevasi minimum dari satelit yang akan diamati oleh receiver GPS (Abidin, 2011). Pada penentuan posisi dengan GPS, untuk mendapatkan ketelitian posisi yang relatif tinggi diperlukan penentuan posisi secara relatif. Dalam hal ini, dua *receiver* ditempatkan pada dua titik yang terkait mengamati satelit-satelit yang sama untuk menentukan posisi suatu titik relatif terhadap titik lainnya. Jika mempertimbangkan geometri seperti pada gambar 2.13, maka jarak antara dua titik di permukaan bumi dimana keduanya masih dapat melihat satelit yang sama, seperti pada gambar 2.14.



Gambar 2.13 Pancaran utama sinyal GPS relative terhadap bumi (Abidin, 2007)

Besarnya jarak seperti yang terlihat pada gambar 2.4 tergantung pada besarnya *mask angle*, dimana semakin besar *mask angle* maka akan semakin kecil jarak tersebut. Besarnya *mask angle* dipengaruhi oleh kondisi topografi disekitar receiver (seperti adanya pohon, gedung, dan gunung sebagai penghalang sinyal), dan juga dapat ditentukan oleh pengamat sebagai salah satu parameter.



Gambar 2.14 Penampakan satelit GPS yang sama dari dua tempat di permukaan bumi (Abidin, 2007)

## II.5 Distribusi Satelit

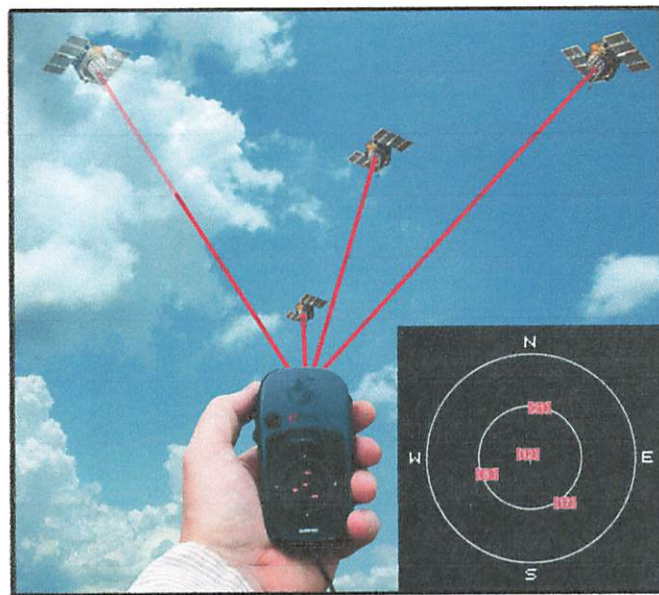
Jumlah satelit, lokasi dan distribusi dari satelit yang diamati akan mempengaruhi kualitas dari geometri pengamatan. Dalam hal ini, sky plot dari satelit yang didapat dibuat dengan menggunakan perangkat lunak komersial GPS akan sangat berguna untuk mengetahui jumlah, lokasi, dan distribusi satelit yang akan teramati dari suatu lokasi tertentu, yang selanjutnya dapat dimanfaatkan dalam penentuan waktu pengamatan yang optimal. Disamping mempengaruhi kekuatan geometri, jumlah, lokasi, dan distribusi dari satelit juga akan mempengaruhi efek dari kesalahan dan bias terhadap ketelitian posisi. Distribusi satelit dikatakan baik jika satelit-satelit terdistribusi secara merata di langit dan terletak setidaknya dalam tiga kuadran dari sky plot.

DOP (*Dilution of Precision*) adalah ukuran kekuatan geometri satelit dan berhubungan dengan jarak dan posisi satelit di langit (Gopi, 2005).

Berikut adalah hal-hal yang berhubungan DOP (Gopi, 2005)

- a. Semakin kecil nilai DOP, maka semakin tinggi hasil presisi dari posisi

- b. DOP biasanya lebih besar dari satu. Namun, jika satelit yang diamati (8 atau lebih) nilai DOP dapat kurang dari satu.
- c. DOP dapat digunakan sebagai dasar memilih satelit yang akan digunakan untuk solusi ketika receiver gps tidak dapat melacak semua satelit yang berada dalam tampilan
- d. DOP yang tinggi (lebih dari 10) menggambarkan situasi dimana solusi posisi tidak dapat diandalkan
- e. DOP terdiri dari jumlah satelit yang diamati
- f. DOP hanya memiliki peran yang terbatas dalam posisi differential.



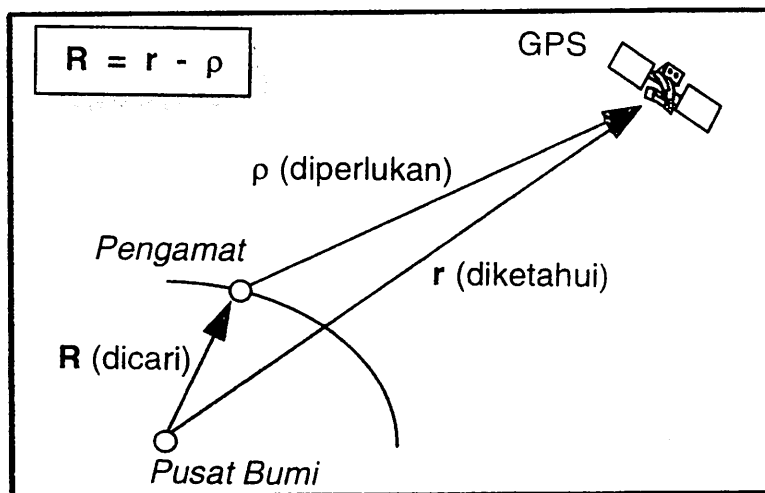
Gambar 2.15 Contoh Geometri satelit yang baik (sumber [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com))

Secara umum, satelit-satelit yang lokasinya saling berkumpul akan mempunyai nilai DOP yang relative besar (berarti geometri satelit kurang baik) dan satelit-satelit yang terdistribusi secara baik akan mempunya nilai DOP yang relatif kecil (berarti geometri satelit baik) seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.15.



## II.6 Penentuan Posisi dengan GPS

Konsep dasar penentuan posisi dengan GPS adalah reseksi (pengikatan ke belakang) dengan jarak, yaitu dengan pengukuran jarak secara simultan ke beberapa satelit GPS yang koordinatnya telah diketahui. Secara vektor, prinsip dasar penentuan posisi dengan GPS diperlihatkan oleh Gambar 2.16. Dalam hal ini, parameter yang akan ditentukan adalah vektor posisi geosentrik pengamat ( $R$ ). Untuk itu, karena vektor posisi geosentrik satelit GPS ( $r$ ) telah diketahui, maka yang perlu ditentukan adalah vektor posisi toposentris satelit terhadap pengamat ( $\rho$ ).



Gambar 2.16 Prinsip dasar penentuan posisi dengan GPS (pendekatan vector) (Abidin, 2007)

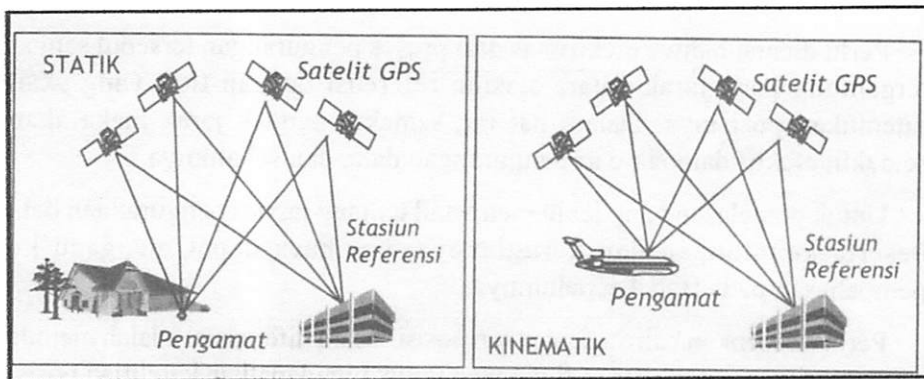
Posisi titik dapat ditentukan dengan menggunakan satu receiver GPS terhadap pusat bumi dengan menggunakan metode *absolute (point) positioning*, ataupun terhadap titik lainnya yang telah diketahui koordinatnya (*station referensi*) dengan menggunakan metode *differensial (relative) positioning* yang menggunakan minimal dua *receiver*. Disamping itu, GPS dapat memberikan posisi secara instan (*real-time*) ataupun sesudah pengamatan setelah pengamatannya diproses secara

lebih ekstensif (*post processing*) yang biasanya dilakukan untuk mendapatkan ketelitian yang lebih baik (Abidin,2007).

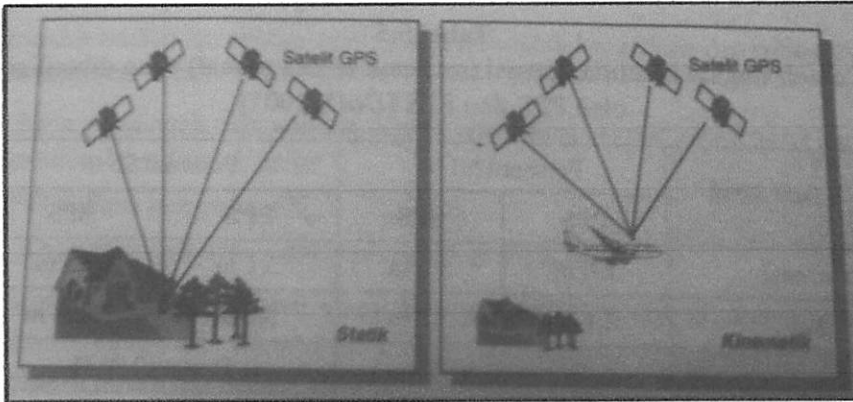
Pada dasarnya, tergantung pada mekanisme pengaplikasiannya, metode penentuan posisi dengan GPS dapat dikelompokkan atas beberapa metode yaitu : *absolute, differential, static, rapid static, pseudo-kinematic, dan stop and-go*. Contoh gambar penentuan posisi ditunjukkan pada gambar 2.17 dan gambar 2.18.

Tabel 2.2 Metode-metode penentuan posisi dengan GPS

Metode	ABSOLUT (menggunakan 1 receiver)	DIFERENSIAL (menggunakan 2 receiver)	Titik	Receiver
STATIC	✓	✓	Diam	Diam
KINEMATIC	✓	✓	Bergerak	Bergerak
RAPID STATIC		✓	Diam	Diam (singkat)
PSEUDO-KINEMATIC		✓	Diam	Diam dan bergerak
STOP-AND-GO		✓	Diam	Diam dan bergerak



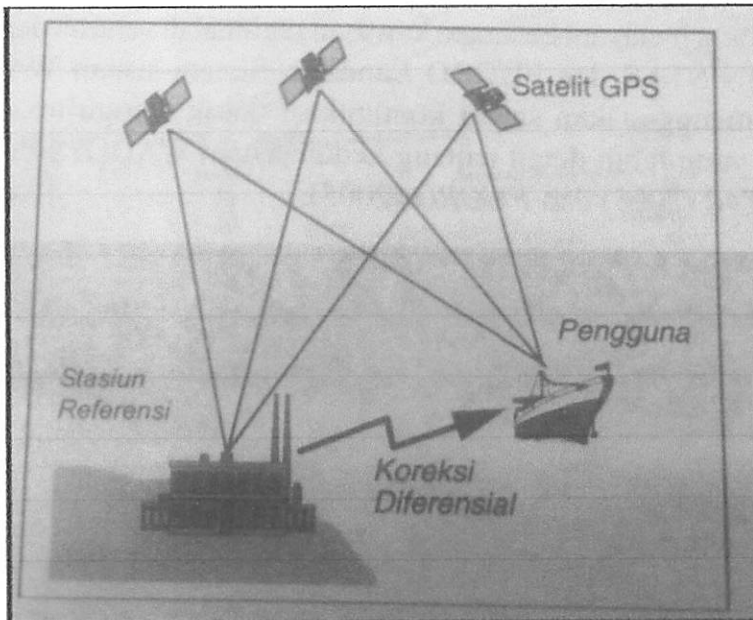
Gambar 2.17 Penentuan posisi secara diferensial (Sumber : Abidin, 2007)



Gambar 2.18 Penentuan posisi absolut (Sumber : Abidin, 2007)

### II.6.1 Sistem DGPS

Sistem DGPS (*differential* GPS) adalah suatu akronim yang sudah umum digunakan untuk system penentuan posisi real-time secara differensial menggunakan data pseudorange. Sistem ini umumnya digunakan untuk penentuan posisi objek-objek yang bergerak. Untuk merealisasikan tuntutan real-timanya, maka stasiun referensi harus mengirimkan koreksi diferensial ke pengguna secara real-time menggunakan system komunikasi data tertentu.



Gambar 2.19 Sistem DGPS (Sumber : Abidin, 2007)

Menurut NATO (*North Atlantic Treaty Organization*) pengertian DGPS (*Differential Global Positioning System*) adalah sebuah sistem atau cara untuk meningkatkan GPS, dengan menggunakan stasiun darat, yang memancarkan koreksi lokasi. Dengan sistem ini, maka ketika alat navigasi menerima koreksi dan memasukkannya kedalam perhitungan, maka akurasi alat navigasi tersebut akan meningkat. Oleh karena menggunakan stasiun darat, maka sinyal tidak dapat mencakup area yang luas.

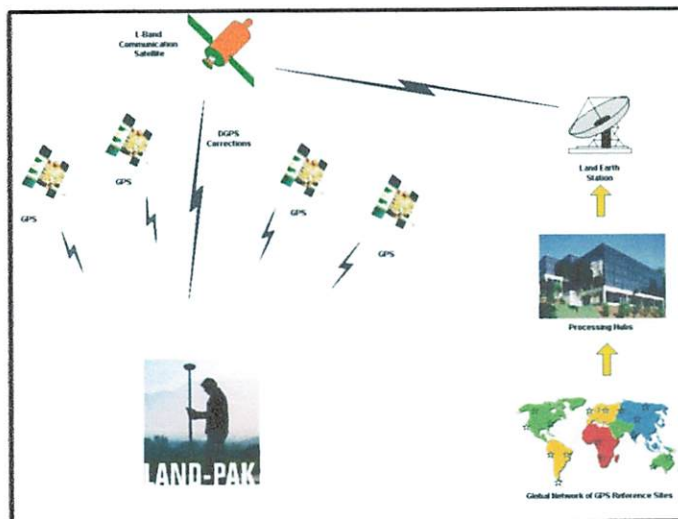
Walaupun mempunyai perbedaan dalam cara kerja, SBAS (*Satellite Based Augmentation System*) secara umum dapat dikatakan adalah DGPS yang menggunakan satelit. Cakupan areanya jauh lebih luas dibandingkan dengan DGPS yang memakai stasiun darat. Ada beberapa SBAS yang selama ini dikenal, yaitu WAAS (*Wide Area Augmentation System*), EGNOS (*European Geostationary Navigation Overlay Service*), dan MSAS (*Multi-functional Satellite Augmentation System*). WAAS dikelola oleh Amerika Serikat, EGNOS oleh Uni Eropa, dan MSAS oleh Jepang. Ketiga system ini saling kompatibel satu dengan lainnya, artinya alat navigasi yang dapat menggunakan salah satu sistem, akan dapat menggunakan kedua sistem lainnya juga. Pada saat ini hanya WAAS yang sudah operasional penuh dan dapat dinikmati oleh pengguna alat navigasi di dunia. Walaupun begitu, sebuah DGPS dengan stasiun darat yang berfungsi baik, dapat meningkatkan akurasi melebihi/sama dengan peningkatan yang dapat dicapai oleh SBAS (NATO, 2008).

Secara umum, DGPS bisa dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu *real time* (langsung) dan *Post processing* (setelah kegiatan selesai). Maksud dari *real time* adalah alat navigasi yang menggunakan sinyal SBAS ataupun DGPS secara

langsung saat digunakan. Sedangkan *post processing* maksudnya adalah data yang dikumpulkan oleh alat navigasi di proses ulang dengan menggunakan data dari stasiun darat DGPS (NATO, 2008).

## II.6.2 Differensial GPS StarFire

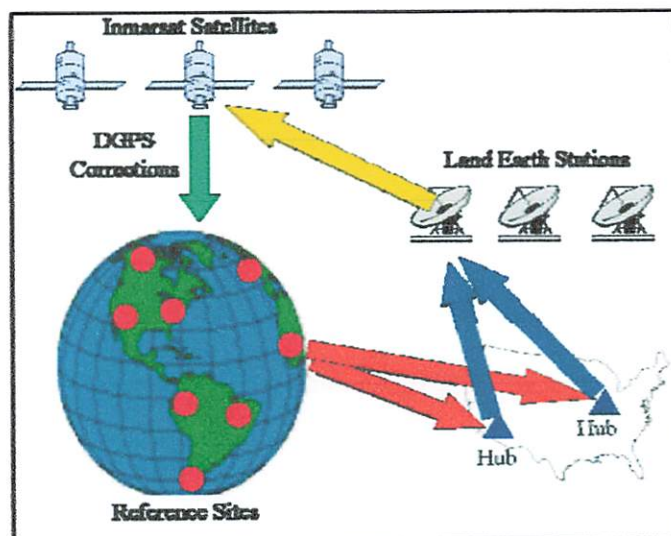
StarFire memberikan akurasi navigasi yang tinggi dengan akurasi horizontal sampai sub-desimeter dimanapun di dunia. *StarFire* cukup akurat untuk menantang sistem *realtime* kinematik GPS dalam banyak aplikasi, tidak memerlukan base stasiun lokal. Jaringan *Starfire* merupakan GSBAS (*Global Satellite Based Augmentation System*) yang memberikan akurasi *realtime*  $\pm 5$  cm. koreksi yang diberikan tidak tergantung dengan jarak dari stasiun referensi, sehingga *starfire* dapat digunakan pada jangkauan yang relative luas (NavCom Technology, Inc, 2012). Berikut adalah proses kerja sistem WADGPS *Starfire*.



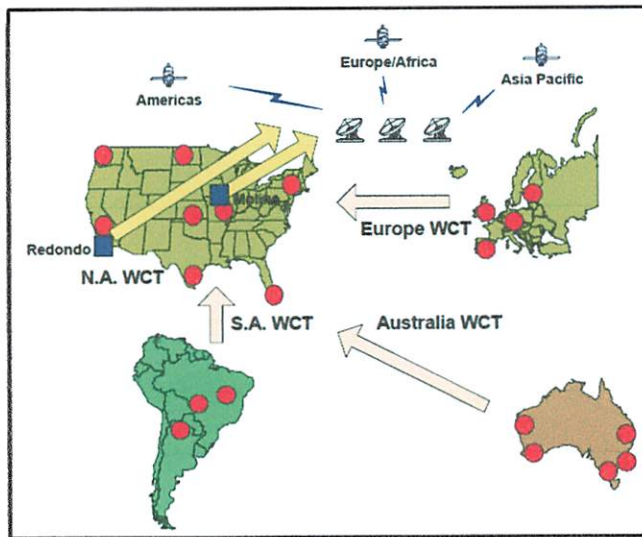
Gambar 2.20 Sistem WADGPS *Starfire* (Sumber : Ron Hatch, 2000)

Ada 7 komponen utama dalam system starfire :

1. Jaringan referensi (*reference network*) – receivers referensi yang secara terus menerus memberikan data pengamatan GPS untuk diolah oleh pusat. Pengamatan ini termasuk kode dual frekuensi dan pembawa pengukuran, ephemeris, dan informasi lainnya
2. Pusat Pengolahan (*Processing Hubs*) – fasilitas dimana GPS yang diamati akan diproses menjadi koreksi DGPS. Ada dua pusat pengolahan yang terpisah secara geografis, pusat independen yang beroperasi penuh secara parallel, dengan masing-masing terus menerima semua data pengukuran dan setiap koreksi yang dihitung dikirim ke fasilitas uplink untuk satelit. *The Hubs* (pusat) juga sebagai pusat control untuk Starfire, dimana sistem operator memonitor dan mengelola StarFire. Sistem pemberitahuan otomatis digunakan untuk memberi tahu kepada operator ketika muncul masalah sehingga tindakan korektif dapat diambil. Proses kerja ditunjukkan oleh gambar 2.21



Gambar 2.21 Sistem Koreksi Starfire (Sumber : Ron Hatch, 2000)



Gambar 2.22 Segmen Kontrol *Starfire* (Sumber : Ron Hatch, 2000)

3. *Jaringan Komunikasi (communication Link)* – menyediakan mekanisme transportasi handal untuk pengamatan GPS untuk perhitungan koreksi. Berbagai macam jaringan digunakan untuk memastikan bahwa data terus tersedia di pusat dan koreksi dapat selalu diberikan ke situs uplink LES (*Land Earth Stations*).
4. *Land Earth Station (LES)* – fasilitas *uplink* satelit yang mengirimkan data koreksi yang diterima dari pusat ke satelit geostasioner. Peralatan *Starfire* pada LES juga membuat keputusan mengenai data koreksi terbaik yang harus disiarkan.
5. *Satelit Geostasioner (Geostationery Stellite)* – digunakan untuk mendistribusikan koreksi kepada pengguna melalui siaran band-L. koreksi dari LES dikirimkan melalui frekuensi band-L kepada pengguna. Tiga satelit geostasioner Inmarsat digunakan untuk memberikan koreksi dengan cakupan sebagian besar bumi (daerah Utara 76 derajat lintang dan Selatan -76 Derajat lintang tidak tercakup oleh satelit geostasioner)

6. *Monitors – receiver* pengguna yang tersebar diseluruh dunia yang menggunakan koreksi broadcast dan memberikan informasi navigasi mereka secara realtime ke pusat. Monitor yang digunakan oleh Starfire terus mengamati pengoperasian system dan otomatis langsung memberikan umpan balik terhadap masalah yang mungkin timbul. Monitor dimaksudkan untuk bertindak seperti *receiver* pengguna di lapangan.
7. *Peralatan Pengguna (User Equipment)* – menggunakan koreksi broadcast bersama dengan pengamatan GPS local untuk menghasilkan navigasi yang sangat presisi. Peralatan pengguna dibuat dengan pengamatan GPS dual frekuensi yang menghilangkan efek ionosfer dan digabungkan dengan koreksi broadcast di filter Kalman.

## **II.7 Uji Statistik *Test of Mean (T Student)***

*Test t* atau Uji *t* adalah uji statistik yang digunakan untuk menguji kebenaran atau kepalsuan hipotesis nol. *T student* digunakan untuk menguji satu sampel atau dua sampel dan membandingkan nilai rata-rata untuk mengetahui perbedaan rata-rata tersebut merupakan perbedaan nyata atau perbedaan kebetulan.

Suatu pernyataan yang dibuat mengenai peluang dari populasi disebut hipotesis statistik. Untuk setiap hipotesis  $H_0$  ada alternatif (hipotesis tandingan) yaitu  $H_1$ .  $H_0$  dan  $H_a$  disebut hipotesis nol dan hipotesis tandingan. Suatu hipotesis diuji dengan penggambaran satu sampel populasi, menghitung nilai sampel statistik dan kemudian membuat keputusan menerima atau menolak hipotesis



berdasar nilai statistik. Statistik yang digunakan untuk melakukan atau membuat uji tersebut disebut uji statistik

Penerapan statistik dalam Geodesi dapat berupa penaksiran terhadap parameter suatu populasi besaran pengamatan. Penaksiran tersebut antara lain dilakukan dengan cara menghitung nilai rata-rata sampel yang selanjutnya dijadikan penaksir terhadap nilai menengah populasi, menghitung nilai variansi sampel yang akan diukur sebagai variansi populasi dan menghitung rasio dari dua variansi yang berbeda.

Uji hipotesa untuk nilai rata-rata jika pengukuran didapat dari sampel yang acak dan  $\sigma$  tidak diketahui maka rumusnya adalah (Harvey, 1990):

$$T = \frac{(\bar{x} - \mu_0)}{s_{\bar{x}}} \dots\dots\dots (2. 1)$$

Keterangan:

- T : nilai t hitung
- $\bar{x}$  : nilai rata-rata  $x_i$
- $\mu_0$  : nilai yang dihipotesakan
- $s_{\bar{x}}$  : standar deviasi

Untuk menguji hipotesis digunakan uji dua pihak atau *two tail test*. Uji dua pihak digunakan bila hipotesis nol ( $H_0$ ) berbunyi “sama dengan” dan hipotesis alternative ( $H_1$ ) berbunyi “tidak sama dengan” ( $H_0 =$ ;  $H_1 \neq$ ). Dalam uji dua pihak berlaku ketentuan, bahwa bila harga t hitung, berada pada daerah penerimaan  $H_0$  atau terletak diantara harga tabel, maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak. Dengan

demikian bila harga t hitung lebih kecil atau sama dengan ( $\leq$ ) dari harga tabel maka  $H_0$  diterima. Harga t hitung adalah harga mutlak, jadi tidak dilihat (+) atau (-) nya (Sugiyono, 2013).

Dalam uji *two tail test* ini,  $H_0$  akan ditolak jika hasil hitungnya sebagai berikut (Harvey, 1990):

$$|T| \geq t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dalam hal ini:  $|T|$  adalah nilai mutlak dari t hitung,  $\alpha$  adalah signifikan level yang dipakai pada pengujian dan n adalah banyaknya sampel yang diambil.

Menghitung nilai standard deviasi dengan rumus :

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x_n)^2}{(n-1)}} \dots\dots\dots (2.3)$$

selisih antara koordinat referensi dan koordinat rata-rata dengan rumus :

$$x = x_{referensi} - x_{rata-rata}$$

$$y = y_{referensi} - y_{rata-rata} \dots\dots\dots (2.4)$$



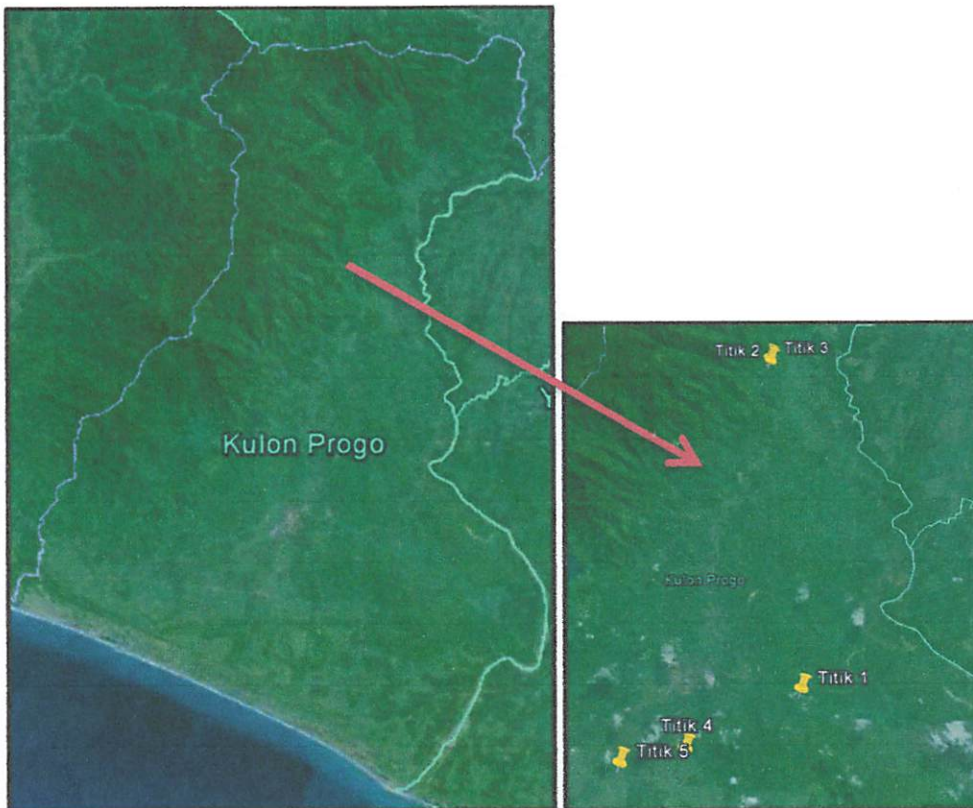
### BAB III

## PELAKSANAAN PENELITIAN

### III.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di kabupaten Kulonprogo, Yogyakarta. Berikut adalah rincian lokasi untuk masing-masing titik BM.

- a. Titik 1 (Titik PU) : Kecamatan Pengasih, Kulonprogo, Yogyakarta
- b. Titik 2 (BM orde 3) : Kecamatan Pendowoharjo, Kulonprogo, Yogyakarta
- c. Titik 3 (BM orde 4) : Kecamatan Pendowoharjo, Kulonprogo, Yogyakarta
- d. Titik 4 (BM orde 4) : Kecamatan Wates, Kulonprogo, Yogyakarta
- e. Titik 5 (BM orde 4) : Kecamatan Wates, Kulonprogo, Yogyakarta



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian (sumber : Google Earth)

## **III.2 Persiapan Penelitian**

Persiapan dilakukan agar penelitian dapat terlaksana sesuai rencana. Berbagai persiapan yang penting dilakukan adalah persiapan peralatan. Persiapan peralatan perlu dilaksanakan untuk mengecek kondisi peralatan agar dapat digunakan secara maksimal ketika melakukan penelitian.

### **III.2.1 Alat dan Bahan Penelitian**

Alat-alat yang digunakan untuk pengukuran adalah :

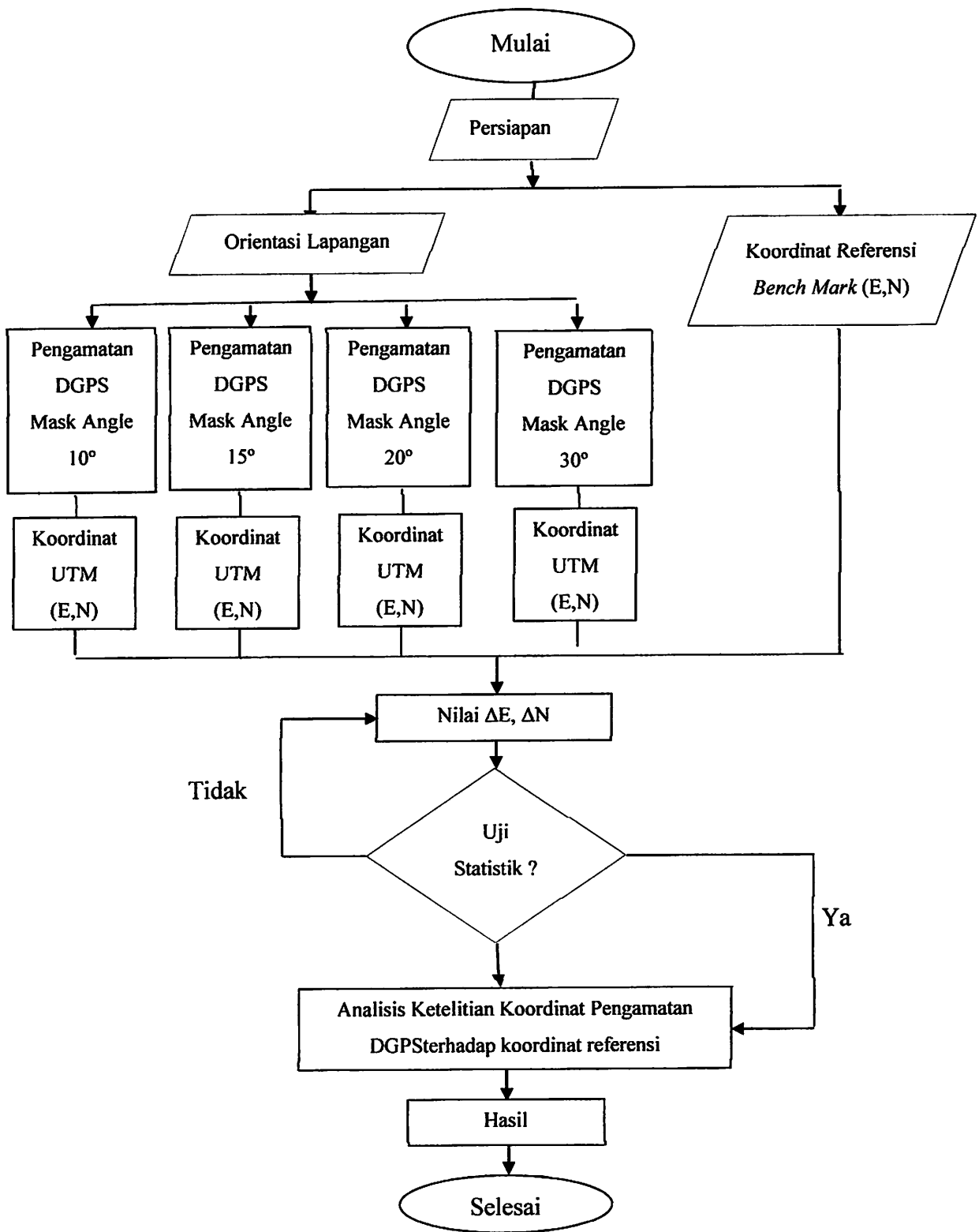
- a. DGPS *NavCom Land-Pak* dengan koreksi satelit *Starfire* sebanyak satu buah.
- b. Statif sebanyak satu buah.
- c. Roll meter sebanyak satu buah.
- d. Laptop Asus Core i5 Processor 2.50 GHz

### **III.2.2 Spesifikasi Alat**

DGPS Navcom Land-Pak Receiver SF-3040 dapat menerima sinyal satelit GPS, GLONASS dan sinyal koreksi Starfire. Ketelitian koreksi dari Starfire untuk posisi horisontal < 5cm, vertikal < 10cm (NavCom Technology, Inc, 2012).

## **III.3 Tahap Penelitian**

Pada tahap ini dilakukan penentuan daerah penelitian dan merencanakan jumlah titik. Adapun tahapan pelaksanaan penelitian selengkapnya dapat dilihat dalam diagram alir di bawah ini.



Gambar 3.2 Gambar Diagram Alir Penelitian

## Penjelasan Diagram Alir Penelitian :

### 1. Persiapan

Persiapan dilakukan agar penelitian dapat terlaksana sesuai rencana. Berbagai persiapan yang penting dilakukan adalah persiapan peralatan. Persiapan peralatan perlu dilaksanakan untuk mengecek kondisi peralatan agar dapat digunakan secara maksimal ketika melakukan penelitian.

### 2. Orientasi Lapangan

Orientasi lapangan diperlukan untuk mengetahui kondisi medan di sekitar lokasi dan untuk mengetahui lokasi titik-titik BM (*Bench Mark*) yang akan digunakan sebagai titik pengamatan DGPS.

### 3. Pengambilan Data

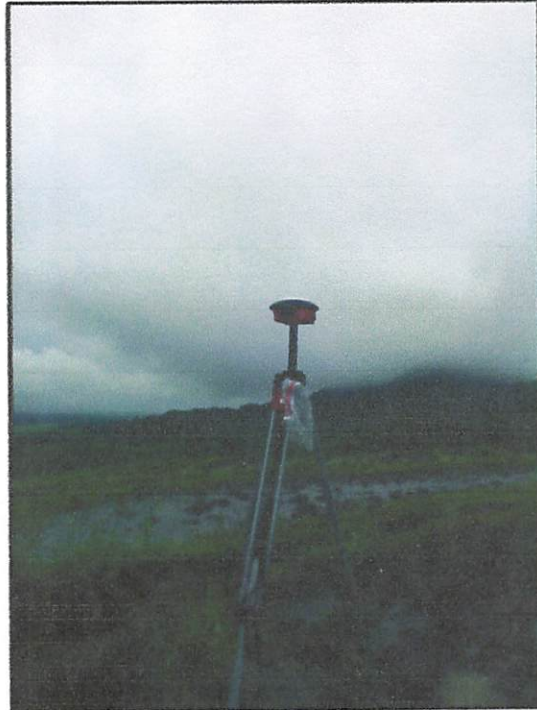
Dalam pengambilan data selama penelitian, penulis menggunakan peralatan DGPS *NavCom Land-Pak* dengan koreksi satelit *Starfire* sebanyak satu buah dengan data pengamatan real time dan dengan mask angle  $10^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $20^\circ$  dan  $30^\circ$ . Pengambilan data dilakukan pada titik BM dengan kondisi yang relatif terbuka. Pengamatan dilakukan di 5 titik *Bench Mark* (BM) dan 10 data pada setiap *mask angle* yang berbeda.

### 4. Analisis Ketelitian

Dari hasil pengamatan akan didapatkan koordinat dengan *mask angle* yang bervariasi. Dari hasil pengamatan kemudian dibandingkan dengan koordinat titik referensi untuk mengetahui selisih koordinat referensi terhadap koordinat hasil pengamatan dengan *mask angle*  $10^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $20^\circ$  dan  $30^\circ$ . Hasil tersebut kemudian dianalisis untuk mengetahui pengaruh *mask angle* terhadap hasil ketelitian dan seberapa signifikan perubahan tersebut.

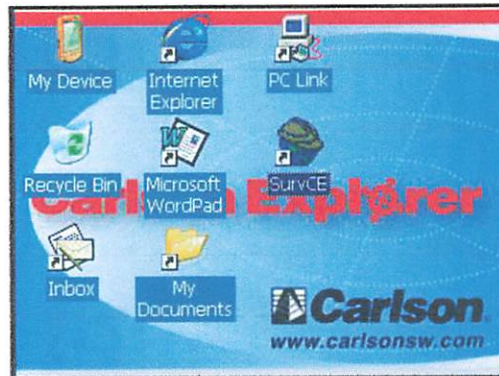
### III.4 Proses Pengambilan Data DGPS Navcom Land-Pak SF-3040 dengan Koreksi *Starfire*

1. Mendirikan alat DGPS Navcom Land-Pak SF-3040 di titik *Bench Mark* (BM) yang telah direncanakan.



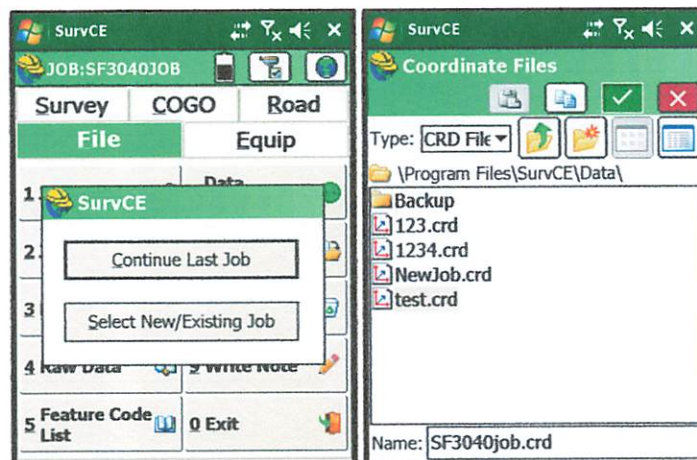
Gambar 3.3 Mendirikan DGPS Land-Pak di *Bench Mark*

2. Menghidupkan alat dan tunggu hingga proses inialisasi. Hidupkan kontroler dan masuk ke aplikasi *SurvCE* pada kontroler.



Gambar 3.4 Ikon aplikasi *SurvCE* pada layar kontroler

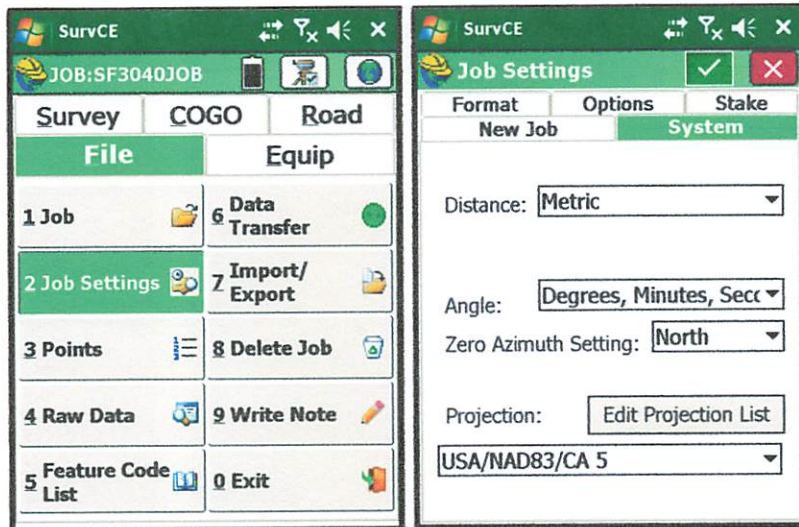
3. Pilih *Select New/Existing Job* untuk membuat file job baru. Ketikkan nama job yang diinginkan → klik ikon centang  untuk menyimpan.



Gambar 3.5 Kotak dialog untuk membuat job pada *SurvCE*

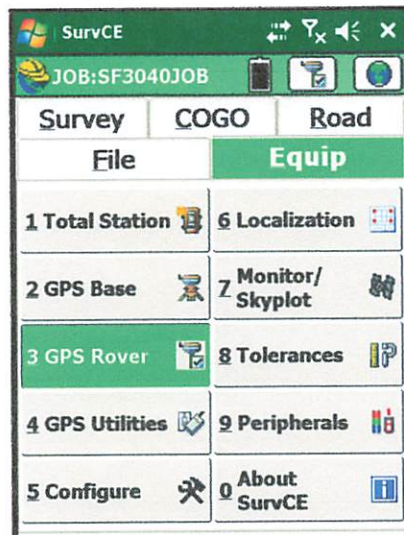
4. Pilih tab *File* → *Job Setting* → pilih tab *System* untuk mengatur system proyeksi yang akan digunakan. Sistem proyeksi yang digunakan adalah WGS 1984.





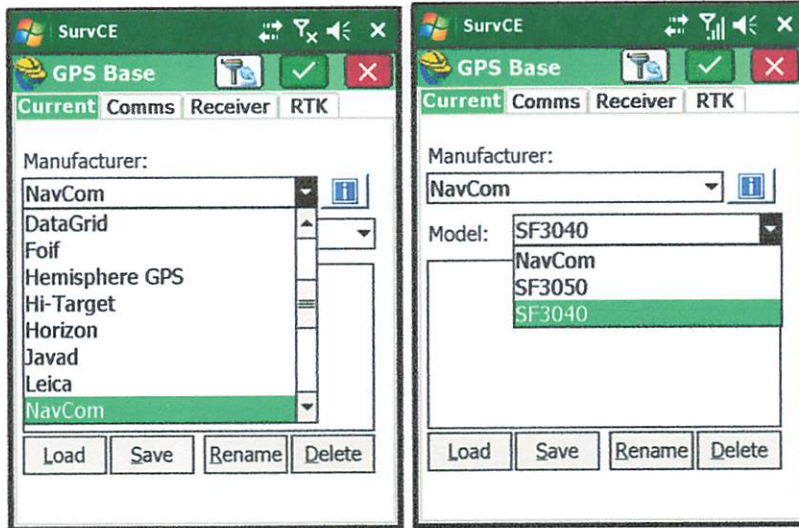
Gambar 3.6 File menu – Job Setting pada SurvCE

5. Receiver Navcom Land-Pak SF-3040 dapat disetting sebagai base maupun rover. Pada penelitian ini, receiver Navcom Land-Pak SF-3040 disetting sebagai rover untuk mendapatkan koordinat secara real-time dengan koreksi Starfire. Pada tab *Equip* → pilih *GPS Base*.





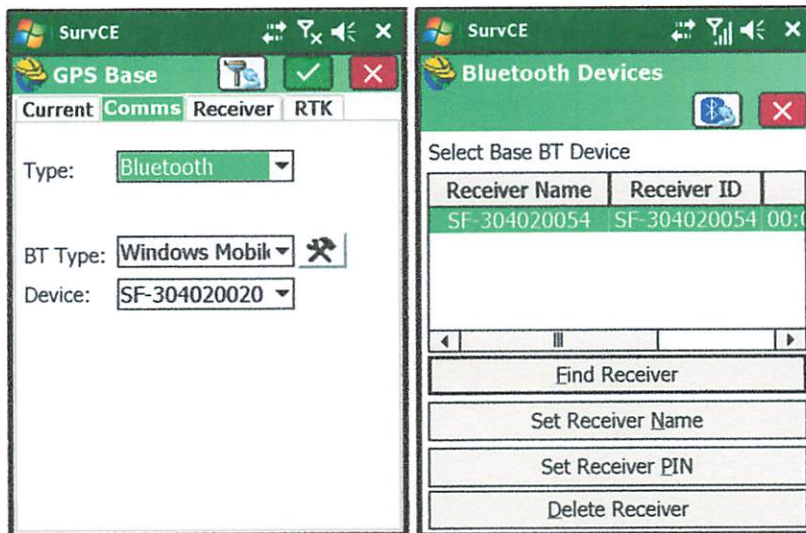
Gambar 3.7 Equip Menu – GPS Base pada SurvCE

Pilih submenu *Current*. Pada pilihan *Manufacturer* pilih *Navcom* dan pilih tipe alat yang digunakan yaitu SF-3040.



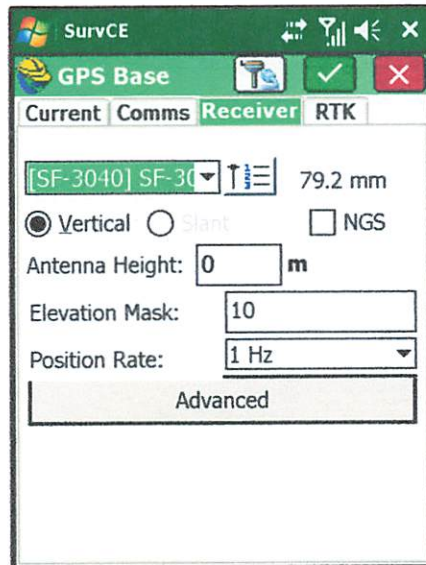
Gambar 3.8 GPS Base Submenu – Current Tab

Pilih submenu Comms untuk mengkonfigurasi antar receiver dan kontroler menggunakan *Bluetooth*. Klik  (*configure icon*) untuk memulai pencarian perangkat *Bluetooth* → pilih perangkat *Bluetooth* yang diinginkan → klik  untuk menghubungkan perangkat *Bluetooth*.




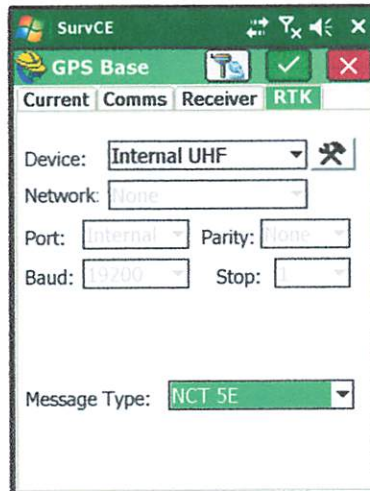
Gambar 3.9 GPS Base Submenu Type: Bluetooth - Find Receiver Option

Pilih submenu *Receiver* untuk memasukkan tinggi receiver serta menentukan *mask angle*. Masukkan tinggi receiver dan pilih *Slant*. Masukkan besarnya sudut *Elevation Mask* yang diinginkan.




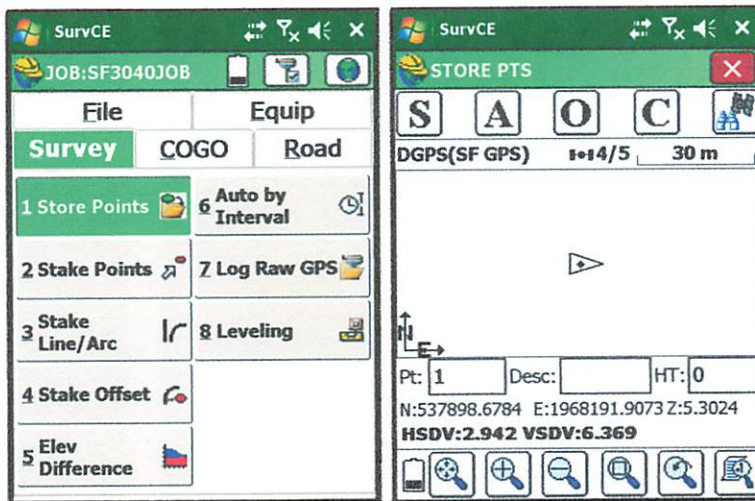
Gambar 3.10 GPS Rover Submenu – Receiver Tab

Pada submenu RTK pilih *none* untuk pilihan *device*. Klik  untuk menyimpan semua *setting* yang telah dilakukan dan



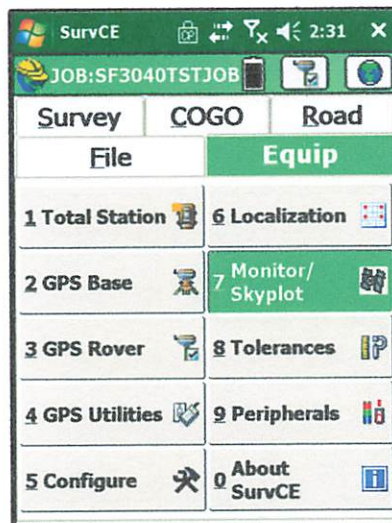
Gambar 3.11 GPS Rover Submenu – RTK Tab

6. Klik tab *Survey* → pilih menu *Store Point* untuk menyimpan data *realtime* DGPS Navcom Land-Pak SF-3040. Pada kotak dialog *Store PTS* isikan deskripsi pada "*Desc.*" dan nomor titik pada "*Pt.*" lalu klik  untuk menyimpan point.

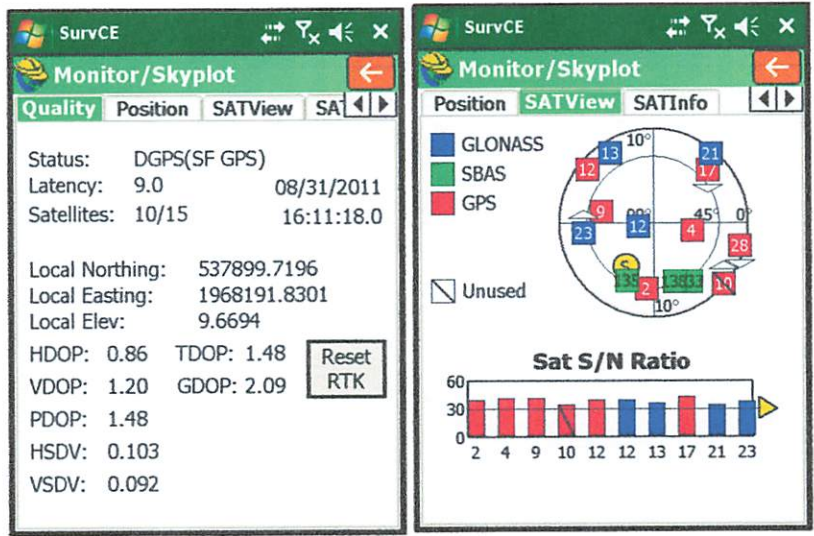


Gambar 3.12 Survey Menu – Store Points pada SurvCE

- Untuk melihat konfigurasi satelit pada saat pengamatan pilih menu *Monitor/Skyplot* pada tab *Equip*.



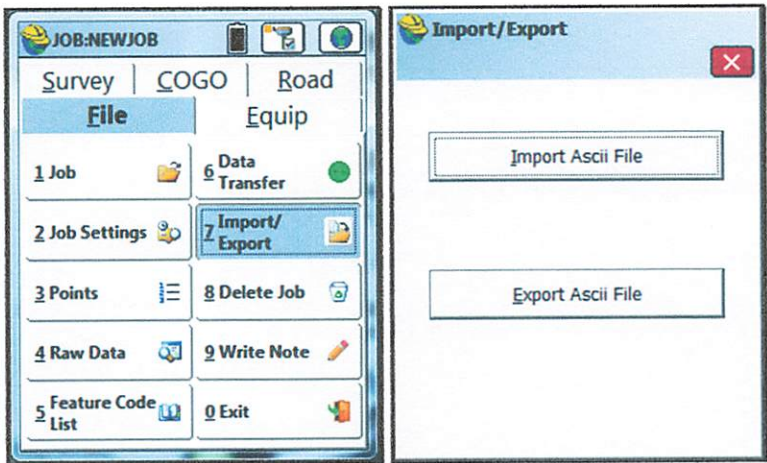
Gambar 3.13 Equip Menu – Monitor/Skyplot



Gambar 3.14 Monitor/Skyplot submenu – Quality Tab dan SATView

### III.5 Proses Eksport Data menjadi File ASCII

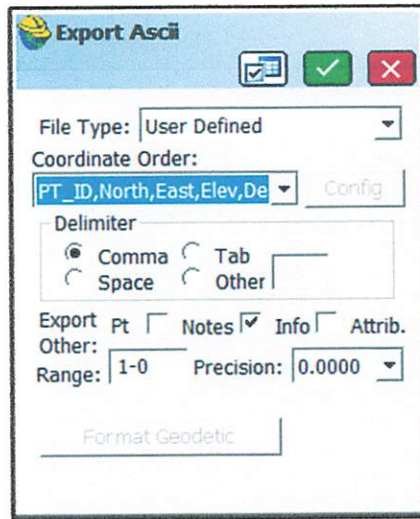
1. Data pengamatan selanjutnya diubah menjadi file ASCII agar dapat dibuka oleh perangkat lunak *Microsoft Excel*. Adapun langkah-langkahnya adalah masuk ke aplikasi SurvCE → pilih *Select New/Existing Job* → pilih nama job yang akan dieksport lalu klik centang.
2. Klik tab *File* → *Import/Export* → pilih *Export Ascii File*.



Gambar 3.15 File Menu – Import/Export pada SurvCE


3. Pada kotak dialog Export Ascii beri tanda ceklist (✓) pada *Notes* lalu klik

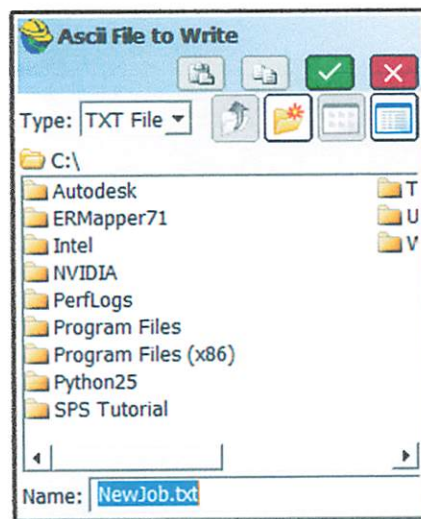
ikon .



Gambar 3.16 Kotak Dialog *Export Ascii*

4. Selanjutnya adalah menentukan lokasi penyimpanan file yang akan di

*export* lalu klik ikon .

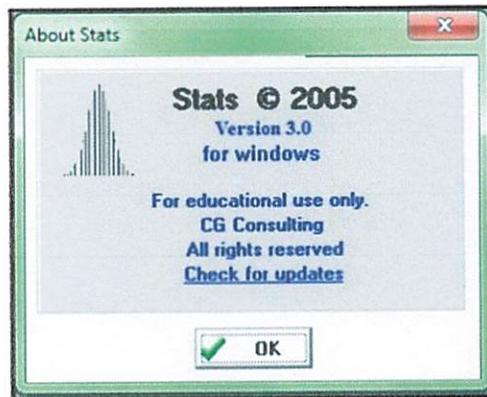


Gambar 3.17 Kotak Dialog *Ascii File to Write*

### III.6 Proses Perhitungan Uji Statistik *t student*

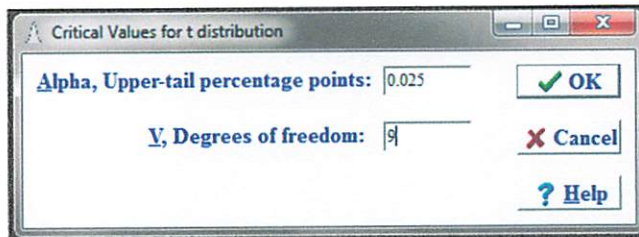
Uji statistik terhadap hasil pengamatan DGPS menggunakan *t student* adalah sebagai berikut :

1. Menghitung nilai t tabel sesuai dengan rumus  $|T| \geq t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$ , jika nilai T *absolute* lebih dari nilai t tabel maka  $H_0$  ditolak. *Software* yang digunakan adalah Stat.



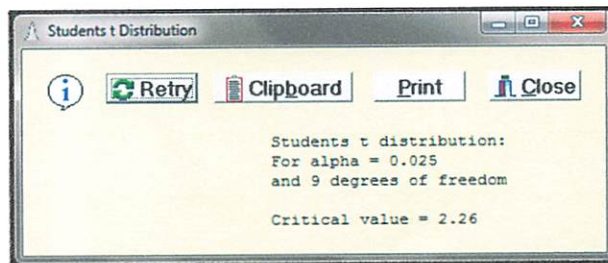
Gambar 3.18. Tampilan awal *software* Stat

Memasukkan nilai alfa dari tingkat kepercayaan 95% yaitu 0.025 dan nilai *degree of freedom* yaitu 9.



Gambar 3.19. Input nilai *t student*

2. Hasil tabel t student untuk nilai upper adalah 2.26



Gambar 3.20. Hasil nilai *Upper t student*

3. Menghitung nilai standar deviasi masing-masing titik dengan rumus (2.3) pada bab II.
4. Menghitung selisih antara koordinat referensi dan koordinat rata-rata masing-masing titik dengan rumus (2.4) pada bab II.
5. Hasil uji statistik yang dilakukan dengan rumus (2.1) pada bab II yaitu -1077.19
6. Hasil perhitungan uji statistik menyatakan bahwa nilai T absolute adalah 1077.19. Nilai tersebut lebih besar dari nilai t tabel maka  $H_0$  ditolak.





## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### IV.1 Data Koordinat Titik Referensi

Pengamatan DGPS dilakukan di 5 (lima) titik BM (*Bench Mark*) yang telah diketahui koordinatnya. Koordinat referensi digunakan sebagai acuan untuk perhitungan statistik. Berikut ini adalah data koordinat untuk masing-masing titik BM. Titik 1 merupakan titik Dinas Pekerjaan Umum, Titik 2, 3, 4, dan 5 merupakan titik Badan Pertanahan Nasional.

Tabel 4.1. Data Koordinat Referensi dalam Datum WGS 1984 Zona 49 S

No. Titik	Koordinat BM	
	Timur (m)	Utara (m)
1	410865.558	9130129.442
2	410752.381	9143933.269
3	410721.535	9144062.914
4	406714.050	9127975.267
5	404471.565	9127473.991

#### IV.2 Data Koordinat Hasil Pengamatan DGPS

Data hasil pengamatan DGPS berbentuk file ASCII yang dapat diolah di *Microsoft Excel*. Koordinat data *realtime* DGPS menggunakan system proyeksi UTM (*Universal Transverse Mercator*) dan berada di zona 49S dengan datum WGS (*World Geodetic System*) 1984. Dari 10 data koordinat hasil pengamatan DGPS dihitung rata-rata koordinat untuk masing-masing titik dan dihitung standar deviasinya. Data ke- $i$  dikurangi dengan nilai rata-rata koordinat pengamatan  $(x_i - \bar{x})$  kemudian dikuadratkan  $(x_i - \bar{x})^2$ , hasil tersebut kemudian dibagi

dengan nilai *degree of freedom* ( $n - 1$ ) dan hasilnya diakarkan. Berikut adalah tabel hasil perhitungan standar deviasi untuk masing-masing titik dan untuk data *Realtime DGPS* selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.2. Koordinat Hasil Pengamatan DGPS Titik 1

Mask Angle	Koordinat Rata-rata		Standar Deviasi	
	Easting (m)	Northing (m)	Easting (m)	Northing (m)
10°	410862.063	9130130.727	0.003	0.003
15°	410862.352	9130130.668	0.005	0.007
20°	410862.508	9130130.783	0.003	0.003
30°	410862.068	9130130.556	0.012	0.007

Tabel 4.3. Koordinat Hasil Pengamatan DGPS Titik 2

Mask Angle	Koordinat Rata-rata		Standar Deviasi	
	Easting (m)	Northing (m)	Easting (m)	Northing (m)
10°	410753.343	9143934.373	0.003	0.001
15°	410753.065	9143934.349	0.008	0.003
20°	410753.233	9143934.356	0.002	0.002
30°	410752.910	9143934.272	0.009	0.022

Tabel 4.4. Koordinat Hasil Pengamatan DGPS Titik 3

Mask Angle	Koordinat Rata-rata		Standar Deviasi	
	Easting (m)	Northing (m)	Easting (m)	Northing (m)
10°	410733.554	9144062.679	0.004	0.004
15°	410733.556	9144062.687	0.004	0.004
20°	410733.802	9144062.582	0.004	0.006
30°	410733.319	9144062.654	0.003	0.003

Tabel 4.5. Koordinat Hasil Pengamatan DGPS Titik 4

Mask Angle	Koordinat Rata-rata		Standar Deviasi	
	Easting (m)	Northing (m)	Easting (m)	Northing (m)
10°	406708.485	9127984.82	0.002	0.007
15°	406708.540	9127984.651	0.003	0.004
20°	406708.825	9127984.628	0.005	0.005
30°	406708.834	9127984.677	0.010	0.005

Tabel 4.6. Koordinat Hasil Pengamatan DGPS Titik 5

Mask Angle	Koordinat Rata-rata		Standar Deviasi	
	Easting (m)	Northing (m)	Easting (m)	Northing (m)
10°	404475.782	9127476.536	0.005	0.006
15°	404475.835	9127476.901	0.003	0.002
20°	404475.539	9127476.746	0.002	0.002
30°	404475.334	9127476.84	0.010	0.003

### IV.3. Hasil Uji Statistik *T-Student*

Perhitungan uji statistik untuk nilai koordinat pengamatan DGPS masing-masing *mask angle* dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95% dengan nilai yang dihipotesakan ( $H_0$ ) adalah nilai koordinat referensi sama dengan koordinat titik hasil pengamatan DGPS. Dari nilai koordinat pengamatan rata-rata setiap titik dihitung selisih nilai koordinat antara koordinat referensi dan koordinat pengamatan DGPS. Nilai selisih koordinat tersebut dibagi dengan nilai standard deviasi untuk mendapatkan nilai *t* hitung absolut. Hasil nilai *t* hitungnya adalah

$$T = \frac{(\bar{X} - \mu_0)}{s_{\bar{x}}} = \frac{(410862.0631 - 410865.558)}{0.003} = -1077.19$$

Nilai t hitung absolut akan ditolak jika hasil hitungannya :

$$|T| \geq t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$$

Nilai  $t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$  nilai t pada tabel dengan signifikansi level 0.025 (0.5 : 2) dan nilai r =

9. Nilai r didapat dari banyaknya bidang dikurangi satu (n-1). Didapatkan nilai 2.262 dari tabel t. Nilai t hitung absolut akan ditolak jika nilai t hitung lebih dari atau sama dengan 2.262.

Tabel 4.7. Hasil Perhitungan Uji Statistik *Mask Angle* 10° komponen absis

No. Titik	Referensi	Real-Time	$\sigma$ Easting	Selisih Referensi dan Real-Time	T hitung	Keterangan
	Easting (m)	Rata-rata Easting (m)				
1	410865.558	410862.0631	0.003	-3.495	1077.19	Ditolak
2	410752.381	410753.3429	0.003	0.962	332.70	Ditolak
3	410721.535	410733.5536	0.004	12.019	2938.89	Ditolak
4	406714.050	406708.4848	0.002	-5.565	2592.80	Ditolak
5	404471.565	404475.7821	0.005	4.217	870.62	Ditolak

Tabel 4.8. Hasil Perhitungan Uji Statistik *Mask Angle* 10° komponen ordinat

No. Titik	Referensi	Real-Time	$\sigma$ Northing	Selisih Referensi dan Real-Time	T hitung	Keterangan
	Northing (m)	Rata-rata Northing (m)				
1	9130129.442	9130130.727	0.003	1.285	437.57	Ditolak
2	9143933.269	9143934.373	0.001	1.104	958.08	Ditolak
3	9144062.914	9144062.679	0.004	-0.235	57.14	Ditolak
4	9127975.267	9127984.82	0.007	9.553	1363.54	Ditolak
5	9127473.991	9127476.536	0.006	2.545	403.49	Ditolak

Tabel 4.9. Hasil Perhitungan Uji Statistik *Mask Angle* 15° komponen absis

No. Titik	Referensi	Real-Time	$\sigma$ Easting	Selisih Referensi dan Real-Time	T hitung	Keterangan
	Easting (m)	Rata-rata Easting (m)				
1	410865.558	410862.352	0.003	-3.206	1197.38	Ditolak
2	410752.381	410753.065	0.008	0.684	82.76	Ditolak
3	410721.535	410733.556	0.004	12.021	2964.35	Ditolak
4	406714.050	406708.540	0.003	-5.51	2002.41	Ditolak
5	404471.565	404474.845	0.003	3.28	1029.53	Ditolak

Tabel 4.10. Hasil Perhitungan Uji Statistik *Mask Angle* 15° komponen ordinat

No. Titik	Referensi	Real-Time	$\sigma$ Northing	Selisih Referensi dan Real-Time	T hitung	Keterangan
	Northing (m)	Rata-rata Northing (m)				
1	9130129.443	9130130.668	0.003	1.225	350.76	Ditolak
2	9143933.269	9143934.349	0.003	1.08	344.57	Ditolak
3	9144062.914	9144062.687	0.004	-0.227	53.25	Ditolak
4	9127975.267	9127984.651	0.004	9.383	2471.77	Ditolak
5	9127473.991	9127476.901	0.002	2.91	1607.48	Ditolak

Tabel 4.11. Hasil Perhitungan Uji Statistik *Mask Angle* 20° komponen absis

No. Titik	Referensi	Real-Time	$\sigma$ Easting	Selisih Referensi dan Real-Time	T hitung	Keterangan
	Easting (m)	Rata-rata Easting (m)				
1	410865.558	410862.5084	0.012	-3.050	248.14	Ditolak
2	410752.381	410753.2331	0.002	0.852	518.33	Ditolak
3	410721.535	410733.8022	0.004	12.267	2865.12	Ditolak
4	406714.050	406708.8246	0.005	-5.226	982.44	Ditolak
5	404471.565	404475.5394	0.002	3.974	1847.66	Ditolak

Tabel 4.12. Hasil Perhitungan Uji Statistik *Mask Angle* 20° komponen ordinat

No. Titik	Referensi	Real-Time	$\sigma$ Northing	Selisih Referensi dan Real-Time	T hitung	Keterangan
	Northing (m)	Rata-rata Northing (m)				
1	9130129.443	9130130.783	0.007	1.340	203.89	Ditolak
2	9143933.269	9143934.356	0.002	1.087	455.64	Ditolak
3	9144062.914	9144062.581	0.006	-0.333	55.64	Ditolak
4	9127975.267	9127984.628	0.005	9.361	1841.80	Ditolak
5	9127473.991	9127476.746	0.002	2.755	1364.65	Ditolak

Tabel 4.13. Hasil Perhitungan Uji Statistik *Mask Angle* 30° komponen absis

No. Titik	Referensi	Real-Time	$\sigma$ Easting	Selisih Referensi dan Real-Time	T hitung	Keterangan
	Easting (m)	Rata-rata Easting (m)				
1	410865.558	410862.0679	0.005	-3.490	668.25	Ditolak
2	410752.381	410752.9101	0.009	0.529	59.12	Ditolak
3	410721.535	410733.3194	0.003	11.784	3731.88	Ditolak
4	406714.050	406708.8337	0.010	-5.216	533.85	Ditolak
5	404471.565	404475.3338	0.010	3.769	393.13	Ditolak

Tabel 4.14. Hasil Perhitungan Uji Statistik *Mask Angle* 30° komponen ordinat

No. Titik	Referensi	Real-Time	$\sigma$ Northing	Selisih Referensi dan Real-Time	T hitung	Keterangan
	Northing (m)	Rata-rata Northing (m)				
1	9130129.443	9130130.556	0.007	1.113	161.47	Ditolak
2	9143933.269	9143934.272	0.022	1.003	45.22	Ditolak
3	9144062.914	9144062.654	0.002	-0.260	105.35	Ditolak
4	9127975.267	9127984.677	0.005	9.410	1920.38	Ditolak
5	9127473.991	9127476.84	0.003	2.849	870.59	Ditolak

Berdasarkan hasil pengujian semua nilai *t absolute* lebih besar daripada nilai *t* tabel. Maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima yang berarti terdapat perbedaan antara nilai koordinat titik referensi dan nilai koordinat hasil pengamatan DGPS.

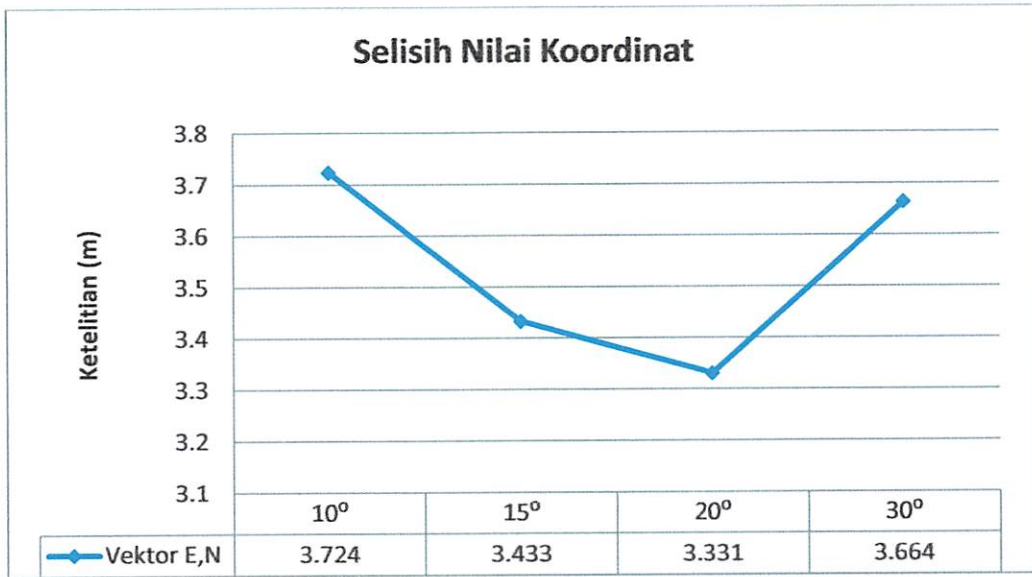
#### IV.4. Analisa Selisih Koordinat

##### 1. Selisih koodinat titik 1.

Hasil perbandingan koordinat referensi terhadap koordinat pengamatan DGPS mask angle  $10^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $20^\circ$  dan  $30^\circ$  tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 4.14. Hasil selisih koordinat referensi terhadap koordinat pengamatan DGPS titik 1

Mask Angle	Koordinat Referensi		Koordinat Real-Time		$\Delta$ Easting (m)	$\Delta$ Northing (m)	Vektor E,N (m)
	Easting (m)	Northing (m)	Easting (m)	Northing (m)			
$10^\circ$	410865.558	9130129.442	410862.0631	9130130.727	3.495	-1.285	3.724
$15^\circ$	410865.558	9130129.442	410862.3517	9130130.668	3.206	-1.226	3.433
$20^\circ$	410865.558	9130129.442	410862.5084	9130130.783	3.050	-1.341	3.331
$30^\circ$	410865.558	9130129.442	410862.0679	9130130.556	3.490	-1.114	3.664



Gambar 4.1. Grafik Selisih Nilai Koordinat Referensi terhadap Koordinat DGPS di titik 1

Pada titik 1, pengamatan dengan *mask angle*  $20^\circ$  menghasilkan selisih koordinat yang paling kecil yaitu 3.331 m. Dan pengamatan dengan *mask angle*  $10^\circ$  menghasilkan selisih koordinat yang paling besar yaitu 3.724 m.

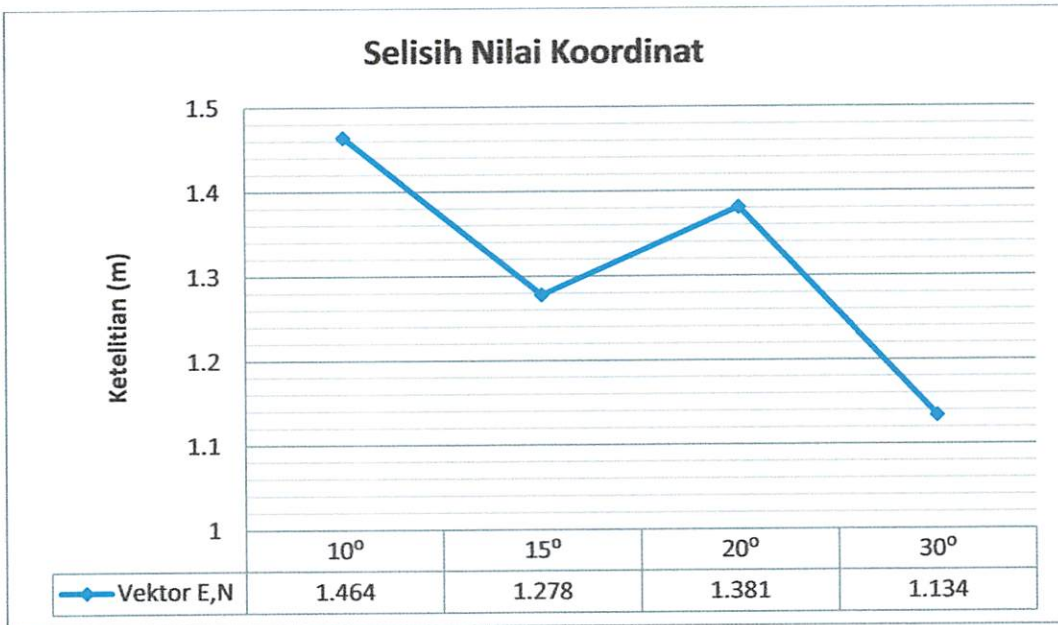
2. Selisih koordinat pengamatan titik 2.

Hasil perbandingan koordinat referensi terhadap koordinat pengamatan

DGPS mask angle  $10^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $20^\circ$  dan  $30^\circ$  tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 4.15. Hasil selisih koordinat referensi terhadap koordinat pengamatan DGPS titik 2

Mask Angle	Koordinat Referensi		Koordinat Real-Time		$\Delta$ Easting (m)	$\Delta$ Northing (m)	Vektor E,N (m)
	Easting (m)	Northing (m)	Easting (m)	Northing (m)			
$10^\circ$	410752.381	9143933.269	410753.3429	9143934.373	-0.962	-1.104	1.464
$15^\circ$	410752.381	9143933.269	410753.0649	9143934.349	-0.684	-1.080	1.278
$20^\circ$	410752.381	9143933.269	410753.2331	9143934.356	-0.852	-1.087	1.381
$30^\circ$	410752.381	9143933.269	410752.9101	9143934.272	-0.529	-1.003	1.134



Gambar 4.2. Grafik Selisih Nilai Koordinat Referensi terhadap Koordinat DGPS di titik 2

Pada titik 2, pengamatan dengan *mask angle*  $30^\circ$  menghasilkan selisih koordinat yang paling kecil yaitu 1.134 m. Dan pengamatan dengan *mask angle*  $10^\circ$  menghasilkan selisih koordinat yang paling besar yaitu 1.464 m.

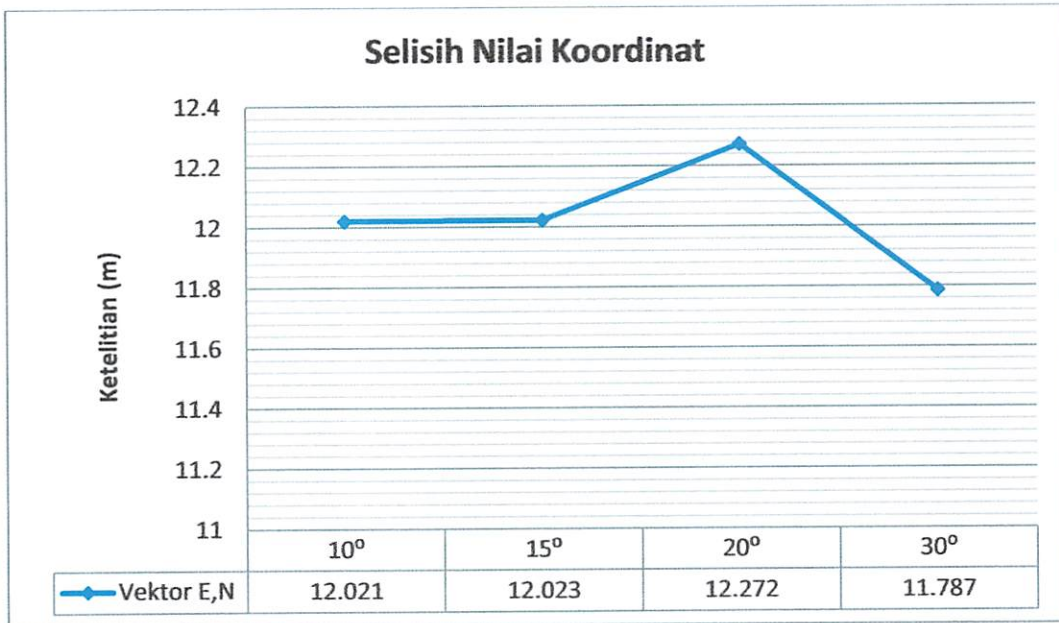


3. Selisih koordinat pengamatan titik 3.

Hasil perbandingan koordinat referensi terhadap koordinat pengamatan DGPS mask angle  $10^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $20^\circ$  dan  $30^\circ$  tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 4.16. Hasil selisih koordinat referensi terhadap koordinat pengamatan DGPS titik 3

Mask Angle	Koordinat Referensi		Koordinat Real-Time		$\Delta$ Easting (m)	$\Delta$ Northing (m)	Vektor E,N (m)
	Easting (m)	Northing (m)	Easting (m)	Northing (m)			
$10^\circ$	410721.535	9144062.914	410733.5536	9144062.679	-12.019	0.235	12.021
$15^\circ$	410721.535	9144062.914	410733.5555	9144062.687	-12.021	0.227	12.023
$20^\circ$	410721.535	9144062.914	410733.8022	9144062.581	-12.267	0.333	12.272
$30^\circ$	410721.535	9144062.914	410733.3194	9144062.654	-11.784	0.260	11.787



Gambar 4.3. Grafik Selisih Nilai Koordinat Referensi terhadap Koordinat DGPS di titik 3

Pada titik 3, pengamatan dengan *mask angle*  $10^\circ$  dan  $15^\circ$  menghasilkan selisih koordinat yang tidak jauh berbeda yaitu 12.021 m dan 12.023 m. pengamatan dengan *mask angle*  $30^\circ$  menghasilkan selisih koordinat yang paling kecil yaitu 11.787 m.

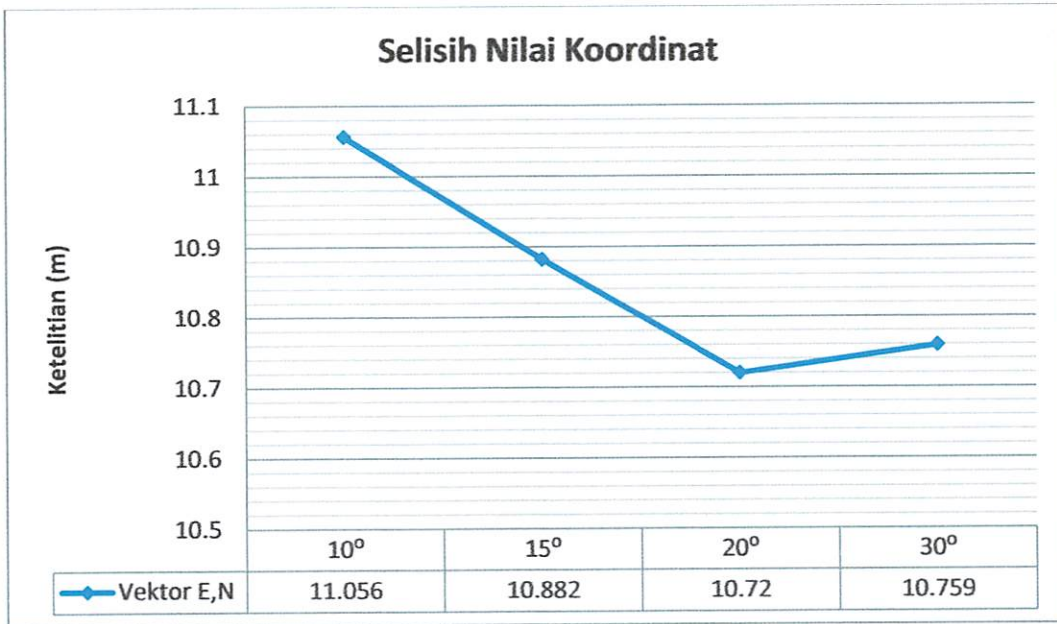
4. Selisih koordinat pengamatan di titik 4.

Hasil perbandingan koordinat referensi terhadap koordinat pengamatan

DGPS mask angle  $10^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $20^\circ$  dan  $30^\circ$  tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 4.16. Hasil selisih koordinat referensi terhadap koordinat pengamatan DGPS titik 4

Mask Angle	Koordinat Referensi		Koordinat Real-Time		$\Delta$ Easting (m)	$\Delta$ Northing (m)	Vektor E,N (m)
	Easting (m)	Northing (m)	Easting (m)	Northing (m)			
$10^\circ$	406714.050	9127975.267	406708.4848	9127984.82	5.565	-9.553	11.056
$15^\circ$	406714.050	9127975.267	406708.5402	9127984.651	5.510	-9.383	10.882
$20^\circ$	406714.050	9127975.267	406708.8246	9127984.628	5.226	-9.361	10.720
$30^\circ$	406714.050	9127975.267	406708.8337	9127984.677	5.216	-9.410	10.759



Gambar 4.4. Grafik Selisih Nilai Koordinat Referensi terhadap Koordinat DGPS di titik 4

Pada titik 4, pengamatan dengan *mask angle*  $20^\circ$  menghasilkan selisih koordinat yang paling kecil yaitu 10.72 m. Dan pengamatan dengan *mask angle*  $10^\circ$  menghasilkan selisih koordinat yang paling besar yaitu 11.056 m.

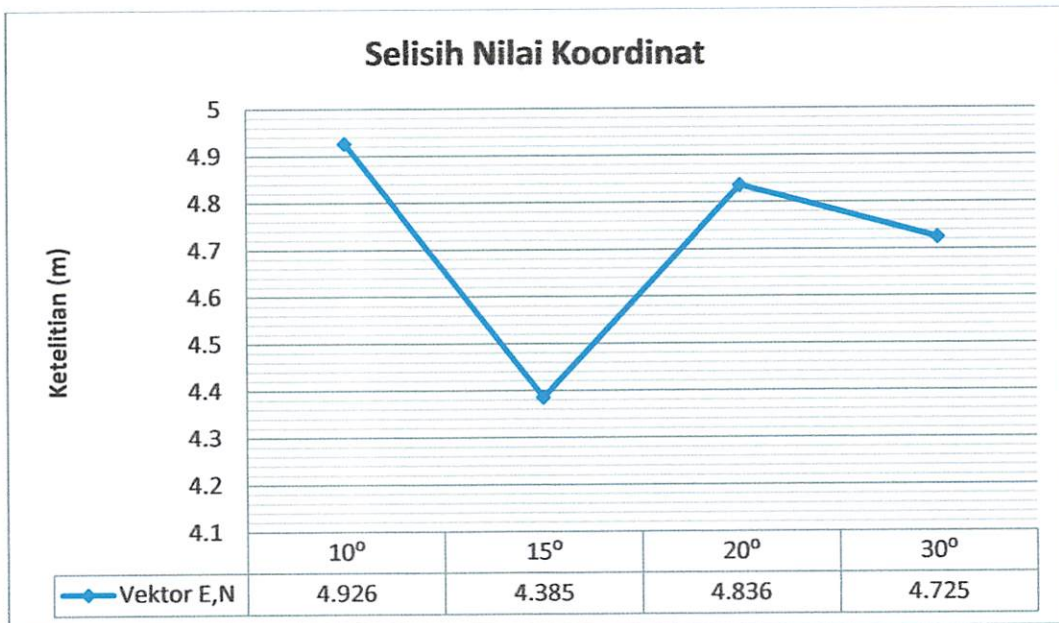
5. Selisih koordinat pengamatan di titik 5.

Hasil perbandingan koordinat referensi terhadap koordinat pengamatan

DGPS mask angle  $10^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $20^\circ$  dan  $30^\circ$  tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 4.16. Hasil selisih koordinat referensi terhadap koordinat pengamatan DGPS titik 5

Mask Angle	Koordinat Referensi		Koordinat Real-Time		$\Delta$ Easting (m)	$\Delta$ Northing (m)	Vektor E,N (m)
	Easting (m)	Northing (m)	Easting (m)	Northing (m)			
$10^\circ$	404471.565	9127473.991	404475.7821	9127476.536	-4.217	-2.545	4.926
$15^\circ$	404471.565	9127473.991	404474.8452	9127476.901	-3.280	-2.910	4.385
$20^\circ$	404471.565	9127473.991	404475.5394	9127476.746	-3.974	-2.755	4.836
$30^\circ$	404471.565	9127473.991	404475.3338	9127476.84	-3.769	-2.849	4.725



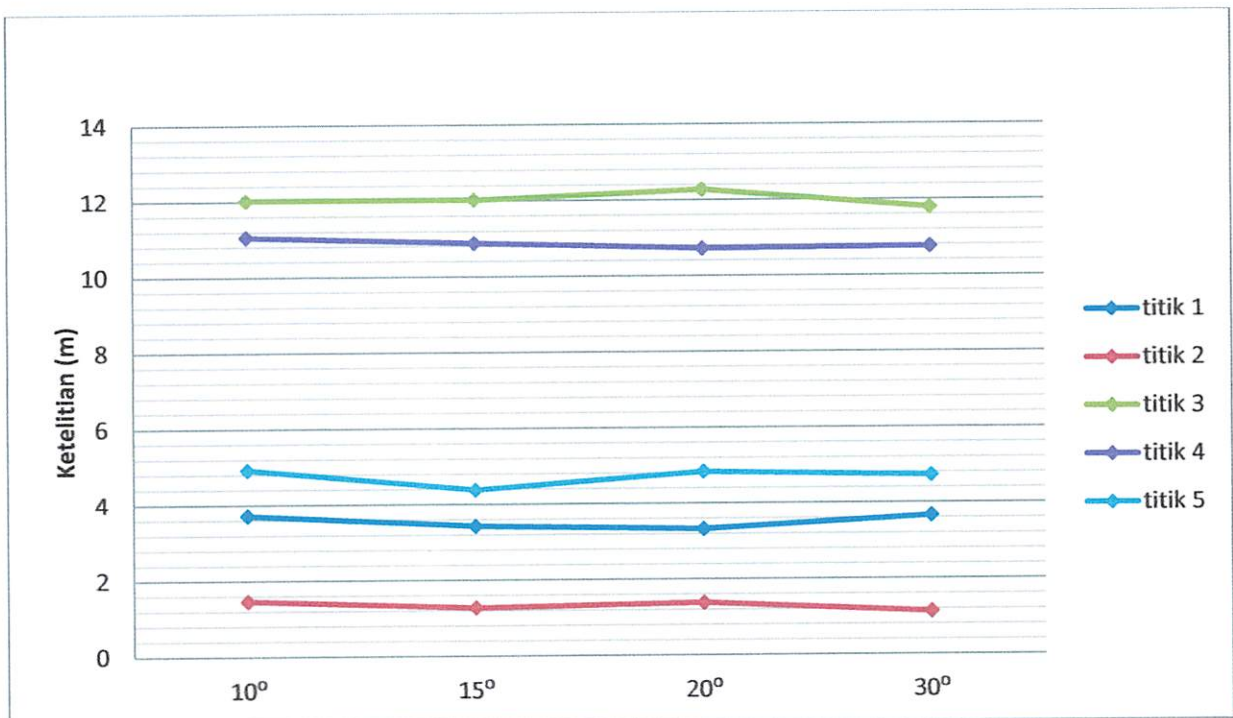
Gambar 4.5. Grafik Selisih Nilai Koordinat Referensi terhadap Koordinat DGPS di titik 5

Pada titik 5, pengamatan dengan *mask angle*  $15^\circ$  menghasilkan selisih koordinat yang paling kecil yaitu 4.385 m. Dan pengamatan dengan *mask angle*  $10^\circ$  menghasilkan selisih koordinat yang paling besar yaitu 4.926 m.

Semua nilai vektor perbandingan koordinat referensi terhadap koordinat pengamatan DGPS disajikan dalam satu tabel dan akan digambarkan pada satu grafik untuk memudahkan analisis pengaruh mask angle terhadap hasil ketelitian.

Tabel 4.17. Hasil selisih koordinat referensi terhadap koordinat pengamatan DGPS

Mask Angle	Selisih Koordinat ( $\Delta$ )				
	titik 1	titik 2	titik 3	titik 4	titik 5
10°	3.724	1.464	12.021	11.056	4.926
15°	3.433	1.278	12.023	10.882	4.385
20°	3.331	1.381	12.272	10.72	4.836
30°	3.664	1.134	11.787	10.759	4.725



Gambar 4.6. Grafik Selisih Nilai Koordinat Referensi terhadap Koordinat Pengamatan DGPS

Hasil pengamatan DGPS dengan mask angle 10° dan pengamatan DGPS dengan mask angle 15° menghasilkan perbedaan rata-rata sebesar 0.1280 m. Pengamatan DGPS

dengan *mask angle*  $15^{\circ}$  dan pengamatan DGPS dengan *mask angle*  $20^{\circ}$  menghasilkan perbedaan rata-rata sebesar 0.0144 m. Pengamatan dengan *mask angle*  $20^{\circ}$  dan pengamatan dengan *mask angle*  $30^{\circ}$  menghasilkan perbedaan sebesar 0.0766 m.

Dari hasil penelitian yang dilakukan didapat bahwa pada pengamatan DGPS dengan *mask angle*  $10^{\circ}$  di titik 1,2,4 dan 5 menghasilkan selisih koordinat yang relatif besar. Sedangkan pengamatan yang menghasilkan selisih koordinat yang relatif rendah ada di titik 1 dan titik 4 dengan *mask angle*  $20^{\circ}$ , titik 2 dan titik 5 dengan *mask angle*  $15^{\circ}$  dan titik 3 dengan *mask angle*  $30^{\circ}$ .

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **V.1 Kesimpulan**

1. Berdasarkan hasil uji hipotesa dari nilai rata-rata koordinat pengamatan DGPS dengan tingkat kepercayaan 95% hasilnya  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima maka koordinat titik referensi tidak sama dengan koordinat hasil pengamatan DGPS. Perbedaan tersebut diakibatkan oleh perbedaan ketelitian alat yang digunakan pada saat pengamatan.
2. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa pada pengamatan DGPS menggunakan *mask angle*  $15^\circ$  dan  $30^\circ$  menghasilkan ketelitian koordinat yang relatif baik dibandingkan dengan penggunaan *mask angle*  $10^\circ$  dan  $20^\circ$ .

#### **V.2 Saran**

1. Pada penelitian selanjutnya perlu mempertimbangkan pengaruh dari waktu pengamatan, perkiraan geometri satelit yang dapat diperoleh dari piranti lunak GPS *survey planning*.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi obstruksi yang berbeda-beda.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z. 2007. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
- Abidin, H.Z., dkk. 2011. *Survei dengan GPS*. Bandung : ITB.
- Gopi, Satheesh. 2005. *Global Positioning System : Principles and Applications*. New Delhi. Tata McGraw-Hill.
- Harvey, B.R. 1990. *Practical Least Square and Statistic for Surveyor*, The School of Surveying University of New South Wales, Kensington.
- Hatch, Ron., Sharpe, Tenny. & Galyean, Paul. 2000. StarFire : A Global High Accuracy Differential GPS System (Online), ([http://www.navcomtech.com/navcom\\_en\\_US/docs/download\\_center/white\\_papers/archived/starfire\\_a\\_global\\_high\\_accuracy\\_system.pdf](http://www.navcomtech.com/navcom_en_US/docs/download_center/white_papers/archived/starfire_a_global_high_accuracy_system.pdf), diakses 1 Oktober 2013).
- Kaplan, D. Elliot., Hegarty, J. Christopher. 2006. *Understanding GPS : Principles and Applications*. Massachusetts : Artech House, Inc.
- North Atlantic Treaty Organization (NATO). 2008. *Differential Global Positioning System (DGPS) for Flight Testing*. (online), (<http://ftp.rta.nato.int/public/PubFullText/RTO/AG/RTO-AG-160-V21/AG-160-V21-01.pdf>, diakses 1 Oktober 2013).
- Sugiyono. 2013. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung : Penerbit Alfabeta.
- Wang, Chaochao., Hatch, Ronald. 2012. StarFire GNSS : The Next Generation StarFire Global Satellite Based Augmentation System (online), ([http://www.navcomtech.com/navcom\\_en\\_US/docs/download\\_center/white\\_papers/current/starfire\\_gnss\\_%20sept\\_2012\\_%20ssj%20final.pdf](http://www.navcomtech.com/navcom_en_US/docs/download_center/white_papers/current/starfire_gnss_%20sept_2012_%20ssj%20final.pdf), diakses 8 Oktober 2012).

**LAMPIRAN A**  
**DATA PENGAMATAN REALTIME DI**  
**TITIK 1**



Data Real Time DGPS Starfire dengan Mask Angle 10 Derajat

Data ke	Northing	Easting	height	ID	Latitude	Longitude	HSDV	VSDV	STATUS	SATS	PDOP	HDOP	VDOP
1	9130130.725	410862.065	48.872	A1	-7-52'07.34219360"	+110-11'29.04885864"	0.208	0.242	(SF Dual GNSS)	12	1.603	0.781	1.4
2	9130130.723	410862.066	48.862	A1	-7-52'07.34225464"	+110-11'29.04888916"	0.207	0.241	(SF Dual GNSS)	12	1.603	0.781	1.4
3	9130130.724	410862.059	48.859	A1	-7-52'07.34222412"	+110-11'29.04867554"	0.207	0.24	(SF Dual GNSS)	12	1.603	0.781	1.4
4	9130130.727	410862.061	48.85	A1	-7-52'07.34213257"	+110-11'29.04873657"	0.207	0.24	(SF Dual GNSS)	12	1.603	0.781	1.4
5	9130130.726	410862.058	48.85	A1	-7-52'07.34216309"	+110-11'29.04861450"	0.206	0.24	(SF Dual GNSS)	12	1.603	0.781	1.4
6	9130130.729	410862.068	48.834	A1	-7-52'07.34204102"	+110-11'29.04895020"	0.204	0.238	(SF Dual GNSS)	12	1.603	0.781	1.4
7	9130130.730	410862.064	48.824	A1	-7-52'07.34201050"	+110-11'29.04882813"	0.202	0.237	(SF Dual GNSS)	12	1.603	0.781	1.4
8	9130130.731	410862.061	48.79	A1	-7-52'07.34197998"	+110-11'29.04873657"	0.201	0.236	(SF Dual GNSS)	12	1.603	0.781	1.4
9	9130130.728	410862.062	48.79	A1	-7-52'07.34207153"	+110-11'29.04876709"	0.201	0.235	(SF Dual GNSS)	12	1.603	0.781	1.4
10	9130130.729	410862.066	48.783	A1	-7-52'07.34204102"	+110-11'29.04888916"	0.201	0.235	(SF Dual GNSS)	12	1.603	0.781	1.4



**Data Real Time DGPS Starfire dengan Mask Angle 15 Derajat**

Data ke	Northing	Easting	height	ID	Latitude	Longitude	HSDV	VSDV	STATUS	SATS	PDOP	HDOP	VDOP
1	9130130.788	410862.506	48.938	A2	-7-52'07.34014893"	+110-11'29.06326294"	0.348	0.451	(SF Dual GNSS)	9	2.173	0.849	2
2	9130130.787	410862.507	48.941	A2	-7-52'07.34017944"	+110-11'29.06329346"	0.347	0.45	(SF Dual GNSS)	9	2.173	0.849	2
3	9130130.785	410862.506	48.947	A2	-7-52'07.34027100"	+110-11'29.06326294"	0.346	0.448	(SF Dual GNSS)	9	2.173	0.849	2
4	9130130.784	410862.510	48.96	A2	-7-52'07.34030151"	+110-11'29.06338501"	0.345	0.447	(SF Dual GNSS)	9	2.173	0.849	2
5	9130130.782	410862.512	48.975	A2	-7-52'07.34036255"	+110-11'29.06344605"	0.344	0.445	(SF Dual GNSS)	9	2.173	0.849	2
6	9130130.784	410862.510	48.989	A2	-7-52'07.34030151"	+110-11'29.06338501"	0.342	0.443	(SF Dual GNSS)	9	2.173	0.849	2
7	9130130.784	410862.505	49.006	A2	-7-52'07.34030151"	+110-11'29.06323242"	0.34	0.441	(SF Dual GNSS)	9	2.173	0.849	2
8	9130130.781	410862.506	49.007	A2	-7-52'07.34039307"	+110-11'29.06326294"	0.34	0.44	(SF Dual GNSS)	9	2.173	0.849	2
9	9130130.781	410862.510	49.004	A2	-7-52'07.34039307"	+110-11'29.06338501"	0.338	0.438	(SF Dual GNSS)	9	2.173	0.849	2
10	9130130.776	410862.513	48.982	A2	-7-52'07.34054565"	+110-11'29.06347656"	0.337	0.437	(SF Dual GNSS)	9	2.173	0.849	2

**Data Real Time DGPS Starfire dengan Mask Angle 20 Derajat**

<b>Data ke</b>	<b>Northing</b>	<b>Easting</b>	<b>height</b>	<b>ID</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>HSDV</b>	<b>VSDV</b>	<b>STATUS</b>	<b>SATS</b>	<b>PDOP</b>	<b>HDOP</b>	<b>VDOP</b>
1	9130130.564	410862.050	48.734	A3	-7-52'07.34741211"	+110-11'29.04837036"	0.923	2.203	(SF Dual GNSS)	5	9.249	3.14	8.7
2	9130130.557	410862.048	48.696	A3	-7-52'07.34765625"	+110-11'29.04827881"	0.917	2.188	(SF Dual GNSS)	5	9.249	3.14	8.7
3	9130130.556	410862.055	48.667	A3	-7-52'07.34768677"	+110-11'29.04852295"	0.907	2.159	(SF Dual GNSS)	5	9.155	3.14	8.6
4	9130130.554	410862.071	48.668	A3	-7-52'07.34774780"	+110-11'29.04904175"	0.895	2.128	(SF Dual GNSS)	5	9.061	3.14	8.5
5	9130130.548	410862.070	48.635	A3	-7-52'07.34796143"	+110-11'29.04901123"	0.885	2.102	(SF Dual GNSS)	5	9.061	3.14	8.5
6	9130130.547	410862.074	48.635	A3	-7-52'07.34799194"	+110-11'29.04913330"	0.879	2.087	(SF Dual GNSS)	5	8.968	3.14	8.4
7	9130130.554	410862.079	48.648	A3	-7-52'07.34774780"	+110-11'29.04931641"	0.874	2.073	(SF Dual GNSS)	5	8.94	3.061	8.4
8	9130130.557	410862.081	48.651	A3	-7-52'07.34765625"	+110-11'29.04937744"	0.868	2.059	(SF Dual GNSS)	5	8.92	3	8.4
9	9130130.556	410862.078	48.661	A3	-7-52'07.34768677"	+110-11'29.04925537"	0.86	2.037	(SF Dual GNSS)	5	8.826	3	8.3
10	9130130.568	410862.073	48.659	A3	-7-52'07.34729004"	+110-11'29.04910278"	0.855	2.023	(SF Dual GNSS)	5	8.826	3	8.3

**Data Real Time DGPS Starfire dengan Mask Angle 30 Derajat**

<b>Data ke</b>	<b>Northing</b>	<b>Easting</b>	<b>height</b>	<b>ID</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>HSDV</b>	<b>VSDV</b>	<b>STATUS</b>	<b>SATS</b>	<b>PDOP</b>	<b>HDOP</b>	<b>VDOP</b>
1	9130130.666	410862.342	47.803	A4A	-7-52'07.34411621"	+110-11'29.05789185"	0.577	1.388	(SF Dual GNSS)	5	4.644	1.487	4.4
2	9130130.671	410862.352	47.797	A4A	-7-52'07.34396362"	+110-11'29.05822754"	0.575	1.383	(SF Dual GNSS)	5	4.644	1.487	4.4
3	9130130.677	410862.357	47.773	A4A	-7-52'07.34378052"	+110-11'29.05838013"	0.571	1.374	(SF Dual GNSS)	5	4.644	1.487	4.4
4	9130130.671	410862.358	47.783	A4A	-7-52'07.34396362"	+110-11'29.05841064"	0.569	1.368	(SF Dual GNSS)	5	4.644	1.487	4.4
5	9130130.675	410862.357	47.781	A4A	-7-52'07.34384155"	+110-11'29.05838013"	0.567	1.363	(SF Dual GNSS)	5	4.644	1.487	4.4
6	9130130.670	410862.356	47.814	A4A	-7-52'07.34399414"	+110-11'29.05834961"	0.565	1.357	(SF Dual GNSS)	5	4.644	1.487	4.4
7	9130130.673	410862.352	47.813	A4A	-7-52'07.34390259"	+110-11'29.05822754"	0.563	1.352	(SF Dual GNSS)	5	4.644	1.487	4.4
8	9130130.664	410862.347	47.823	A4A	-7-52'07.34417725"	+110-11'29.05804443"	0.561	1.346	(SF Dual GNSS)	5	4.644	1.487	4.4
9	9130130.658	410862.348	47.851	A4A	-7-52'07.34439087"	+110-11'29.05810547"	0.558	1.338	(SF Dual GNSS)	5	4.644	1.487	4.4
10	9130130.656	410862.349	47.86	A4A	-7-52'07.34445190"	+110-11'29.05813599"	0.556	1.332	(SF Dual GNSS)	5	4.644	1.487	4.4

**LAMPIRAN B**  
**DATA PENGAMATAN REALTIME DI**  
**TITIK 2**

**Data Real Time DGPS Starfire dengan Mask Angle 10 Derajat**

<b>Data ke</b>	<b>Northing</b>	<b>Easting</b>	<b>height</b>	<b>ID</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>HSDV</b>	<b>VSDV</b>	<b>STATUS</b>	<b>SATS</b>	<b>PDOP</b>	<b>HDOP</b>	<b>VDOP</b>
1	9143934.371	410753.338	192.96	B1	-7-44'37.87448120"	+110-11'26.36331177"	0.189	0.248	(SF Dual GNSS)	15	1.393	0.707	1.2
2	9143934.372	410753.342	192.96	B1	-7-44'37.87445068"	+110-11'26.36343384"	0.188	0.247	(SF Dual GNSS)	15	1.393	0.707	1.2
3	9143934.373	410753.345	192.96	B1	-7-44'37.87442017"	+110-11'26.36352539"	0.187	0.246	(SF Dual GNSS)	15	1.393	0.707	1.2
4	9143934.375	410753.347	192.97	B1	-7-44'37.87435913"	+110-11'26.36358643"	0.187	0.245	(SF Dual GNSS)	15	1.393	0.707	1.2
5	9143934.372	410753.345	192.95	B1	-7-44'37.87445068"	+110-11'26.36352539"	0.186	0.245	(SF Dual GNSS)	15	1.393	0.707	1.2
6	9143934.372	410753.345	192.95	B1	-7-44'37.87445068"	+110-11'26.36352539"	0.185	0.243	(SF Dual GNSS)	15	1.393	0.707	1.2
7	9143934.372	410753.341	192.95	B1	-7-44'37.87445068"	+110-11'26.36340332"	0.184	0.242	(SF Dual GNSS)	15	1.393	0.707	1.2
8	9143934.374	410753.347	192.95	B1	-7-44'37.87438965"	+110-11'26.36358643"	0.183	0.241	(SF Dual GNSS)	15	1.393	0.707	1.2
9	9143934.373	410753.341	192.93	B1	-7-44'37.87442017"	+110-11'26.36340332"	0.182	0.239	(SF Dual GNSS)	15	1.393	0.707	1.2
10	9143934.374	410753.340	192.92	B1	-7-44'37.87438965"	+110-11'26.36337280"	0.179	0.236	(SF Dual GNSS)	15	1.393	0.707	1.2

**Data Real Time DGPS Starfire dengan Mask Angle 15 Derajat**

Data ke	Northing	Easting	height	ID	Latitude	Longitude	HSDV	VSDV	STATUS	SATS	PDOP	HDOP	VDOP
1	9143934.355	410753.081	193.17	B2	-7-44'37.87500000"	+110-11'26.35491943"	0.199	0.265	(SF Dual GNSS)	13	1.517	0.781	1.3
2	9143934.348	410753.073	193.18	B2	-7-44'37.87521362"	+110-11'26.35464478"	0.199	0.264	(SF Dual GNSS)	13	1.517	0.781	1.3
3	9143934.349	410753.071	193.18	B2	-7-44'37.87518311"	+110-11'26.35458374"	0.197	0.263	(SF Dual GNSS)	13	1.517	0.781	1.3
4	9143934.351	410753.068	193.18	B2	-7-44'37.87512207"	+110-11'26.35449219"	0.196	0.263	(SF Dual GNSS)	13	1.517	0.781	1.3
5	9143934.349	410753.061	193.19	B2	-7-44'37.87518311"	+110-11'26.35424805"	0.193	0.258	(SF Dual GNSS)	13	1.517	0.781	1.3
6	9143934.350	410753.063	193.18	B2	-7-44'37.87515259"	+110-11'26.35433960"	0.192	0.257	(SF Dual GNSS)	13	1.517	0.781	1.3
7	9143934.351	410753.063	193.18	B2	-7-44'37.87512207"	+110-11'26.35433960"	0.192	0.257	(SF Dual GNSS)	13	1.517	0.781	1.3
8	9143934.349	410753.058	193.18	B2	-7-44'37.87518311"	+110-11'26.35415649"	0.191	0.256	(SF Dual GNSS)	13	1.517	0.781	1.3
9	9143934.347	410753.054	193.18	B2	-7-44'37.87524414"	+110-11'26.35403442"	0.188	0.253	(SF Dual GNSS)	13	1.517	0.781	1.3
10	9143934.342	410753.058	193.18	B2	-7-44'37.87539673"	+110-11'26.35415649"	0.182	0.247	(SF Dual GNSS)	13	1.517	0.781	1.3

**Data Real Time DGPS Starfire dengan Mask Angle 20 Derajat**

Data ke	Northing	Easting	height	ID	Latitude	Longitude	HSDV	VSDV	STATUS	SATS	PDOP	HDOP	VDOP
1	9143934.357	410753.232	192.97	B3	-7-44'37.87493896"	+110-11'26.35983276"	0.215	0.257	(SF Dual GNSS)	12	1.603	0.781	1.4
2	9143934.359	410753.232	192.97	B3	-7-44'37.87487793"	+110-11'26.35983276"	0.213	0.256	(SF Dual GNSS)	12	1.603	0.781	1.4
3	9143934.359	410753.232	192.97	B3	-7-44'37.87484741"	+110-11'26.35983276"	0.212	0.255	(SF Dual GNSS)	12	1.603	0.781	1.4
4	9143934.358	410753.233	192.97	B3	-7-44'37.87490845"	+110-11'26.35986328"	0.211	0.253	(SF Dual GNSS)	12	1.603	0.781	1.4
5	9143934.357	410753.235	192.97	B3	-7-44'37.87493896"	+110-11'26.35995483"	0.208	0.251	(SF Dual GNSS)	12	1.603	0.781	1.4
6	9143934.358	410753.233	192.98	B3	-7-44'37.87490845"	+110-11'26.35989380"	0.207	0.25	(SF Dual GNSS)	12	1.603	0.781	1.4
7	9143934.357	410753.235	192.98	B3	-7-44'37.87493896"	+110-11'26.35995483"	0.207	0.249	(SF Dual GNSS)	12	1.603	0.781	1.4
8	9143934.355	410753.235	192.98	B3	-7-44'37.87500000"	+110-11'26.35995483"	0.206	0.249	(SF Dual GNSS)	12	1.603	0.781	1.4
9	9143934.353	410753.232	192.98	B3	-7-44'37.87506104"	+110-11'26.35983276"	0.206	0.248	(SF Dual GNSS)	12	1.603	0.781	1.4
10	9143934.352	410753.233	192.98	B3	-7-44'37.87509155"	+110-11'26.35986328"	0.205	0.247	(SF Dual GNSS)	12	1.603	0.781	1.4



**Data Real Time DGPS Starfire dengan Mask Angle 30 Derajat**

Data ke	Northing	Easting	height	ID	Latitude	Longitude	HSDV	VSDV	STATUS	SATS	PDOP	HDOP	VDOP
1	9143934.251	410752.916	193.55	B4	-7-44'37.87835693"	+110-11'26.34951782"	0.359	0.601	(SF Dual GNSS)	7	3.966	1.664	3.6
2	9143934.248	410752.921	193.53	B4	-7-44'37.87844849"	+110-11'26.34967041"	0.359	0.6	(SF Dual GNSS)	7	3.966	1.664	3.6
3	9143934.258	410752.915	193.54	B4	-7-44'37.87814331"	+110-11'26.34948730"	0.357	0.598	(SF Dual GNSS)	7	3.966	1.664	3.6
4	9143934.258	410752.911	193.53	B4	-7-44'37.87814331"	+110-11'26.34936523"	0.356	0.597	(SF Dual GNSS)	7	3.966	1.664	3.6
5	9143934.257	410752.915	193.51	B4	-7-44'37.87817383"	+110-11'26.34948730"	0.356	0.596	(SF Dual GNSS)	7	3.966	1.664	3.6
6	9143934.266	410752.916	193.51	B4	-7-44'37.87786865"	+110-11'26.34951782"	0.354	0.594	(SF Dual GNSS)	7	3.966	1.664	3.6
7	9143934.276	410752.915	193.49	B4	-7-44'37.87753296"	+110-11'26.34948730"	0.352	0.593	(SF Dual GNSS)	7	3.966	1.664	3.6
8	9143934.292	410752.903	193.51	B4	-7-44'37.87701416"	+110-11'26.34909058"	0.351	0.591	(SF Dual GNSS)	7	3.932	1.581	3.6
9	9143934.304	410752.897	193.54	B4	-7-44'37.87664795"	+110-11'26.34890747"	0.35	0.59	(SF Dual GNSS)	7	3.932	1.581	3.6
10	9143934.308	410752.894	193.55	B4	-7-44'37.87649536"	+110-11'26.34881592"	0.349	0.589	(SF Dual GNSS)	7	3.932	1.581	3.6

**LAMPIRAN C**  
**DATA PENGAMATAN REALTIME DI**  
**TITIK 3**

Data Real Time DGPS Starfire dengan Mask Angle 10 Derajat

Data ke	Northing	Easting	height	ID	Latitude	Longitude	HSDV	VSDV	STATUS	SATS	PDOP	HDOP	VDOP
1	9144062.678	410733.547	182.92	C1	-7-44'33.69543457"	+110-11'25.72521973"	0.236	0.265	(SF Dual GNSS)	16	1.315	0.721	1.1
2	9144062.677	410733.547	182.93	C1	-7-44'33.69546509"	+110-11'25.72521973"	0.236	0.264	(SF Dual GNSS)	16	1.315	0.721	1.1
3	9144062.674	410733.551	182.94	C1	-7-44'33.69555664"	+110-11'25.72534180"	0.234	0.262	(SF Dual GNSS)	16	1.315	0.721	1.1
4	9144062.676	410733.554	182.94	C1	-7-44'33.69549561"	+110-11'25.72543335"	0.233	0.261	(SF Dual GNSS)	16	1.315	0.721	1.1
5	9144062.675	410733.554	182.95	C1	-7-44'33.69552612"	+110-11'25.72543335"	0.233	0.261	(SF Dual GNSS)	16	1.315	0.721	1.1
6	9144062.678	410733.556	182.96	C1	-7-44'33.69543457"	+110-11'25.72549438"	0.231	0.26	(SF Dual GNSS)	16	1.315	0.721	1.1
7	9144062.680	410733.558	182.96	C1	-7-44'33.69537354"	+110-11'25.72555542"	0.231	0.259	(SF Dual GNSS)	16	1.315	0.721	1.1
8	9144062.685	410733.560	182.96	C1	-7-44'33.69522095"	+110-11'25.72561646"	0.23	0.258	(SF Dual GNSS)	16	1.315	0.721	1.1
9	9144062.686	410733.557	182.96	C1	-7-44'33.69515991"	+110-11'25.72552490"	0.23	0.257	(SF Dual GNSS)	16	1.315	0.721	1.1
10	9144062.683	410733.553	182.96	C1	-7-44'33.69528198"	+110-11'25.72540283"	0.228	0.256	(SF Dual GNSS)	16	1.315	0.721	1.1



**Data Real Time DGPS Starfire dengan Mask Angle 15 Derajat**

Data ke	Northing	Easting	height	ID	Latitude	Longitude	HSDV	VSDV	STATUS	SATS	PDOP	HDOP	VDOP
1	9144062.683	410733.550	183.04	C2	-7-44'33.69528198"	+110-11'25.72531128"	0.281	0.339	(SF Dual GNSS)	11	2.385	0.922	2.2
2	9144062.682	410733.554	183.05	C2	-7-44'33.69531250"	+110-11'25.72543335"	0.281	0.338	(SF Dual GNSS)	11	2.385	0.922	2.2
3	9144062.683	410733.560	183.05	C2	-7-44'33.69528198"	+110-11'25.72561646"	0.281	0.337	(SF Dual GNSS)	11	2.385	0.922	2.2
4	9144062.685	410733.560	183.06	C2	-7-44'33.69522095"	+110-11'25.72564697"	0.279	0.336	(SF Dual GNSS)	11	2.385	0.922	2.2
5	9144062.689	410733.559	183.06	C2	-7-44'33.69506836"	+110-11'25.72561646"	0.278	0.335	(SF Dual GNSS)	11	2.385	0.922	2.2
6	9144062.690	410733.559	183.06	C2	-7-44'33.69503784"	+110-11'25.72561646"	0.278	0.334	(SF Dual GNSS)	11	2.385	0.922	2.2
7	9144062.686	410733.554	183.04	C2	-7-44'33.69515991"	+110-11'25.72543335"	0.277	0.333	(SF Dual GNSS)	11	2.385	0.922	2.2
8	9144062.691	410733.554	183.03	C2	-7-44'33.69500732"	+110-11'25.72543335"	0.276	0.332	(SF Dual GNSS)	11	2.385	0.922	2.2
9	9144062.693	410733.556	183.02	C2	-7-44'33.69494629"	+110-11'25.72549438"	0.276	0.332	(SF Dual GNSS)	11	2.385	0.922	2.2
10	9144062.692	410733.549	183.02	C2	-7-44'33.69497681"	+110-11'25.72528076"	0.274	0.33	(SF Dual GNSS)	11	2.385	0.922	2.2

**Data Real Time DGPS Starfire dengan Mask Angle 20 Derajat**

<b>Data ke</b>	<b>Northing</b>	<b>Easting</b>	<b>height</b>	<b>ID</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>HSDV</b>	<b>VSDV</b>	<b>STATUS</b>	<b>SATS</b>	<b>PDOP</b>	<b>HDOP</b>	<b>VDOP</b>
1	9144062.576	410733.807	182.93	C3	-7-44'33.69876099"	+110-11'25.73370361"	0.368	0.404	(SF Dual GNSS)	9	3.064	0.99	2.9
2	9144062.573	410733.807	182.95	C3	-7-44'33.69888306"	+110-11'25.73367310"	0.367	0.402	(SF Dual GNSS)	9	3.064	0.99	2.9
3	9144062.577	410733.808	182.96	C3	-7-44'33.69873047"	+110-11'25.73373413"	0.365	0.399	(SF Dual GNSS)	9	2.97	0.99	2.8
4	9144062.578	410733.806	182.95	C3	-7-44'33.69869995"	+110-11'25.73364258"	0.363	0.397	(SF Dual GNSS)	9	2.97	0.99	2.8
5	9144062.579	410733.797	182.93	C3	-7-44'33.69866943"	+110-11'25.73336792"	0.361	0.395	(SF Dual GNSS)	9	2.97	0.99	2.8
6	9144062.583	410733.799	182.92	C3	-7-44'33.69854736"	+110-11'25.73342896"	0.359	0.394	(SF Dual GNSS)	9	2.97	0.99	2.8
7	9144062.585	410733.800	182.91	C3	-7-44'33.69848633"	+110-11'25.73345947"	0.358	0.393	(SF Dual GNSS)	9	2.97	0.99	2.8
8	9144062.584	410733.799	182.89	C3	-7-44'33.69851685"	+110-11'25.73342896"	0.357	0.391	(SF Dual GNSS)	9	2.97	0.99	2.8
9	9144062.588	410733.801	182.88	C3	-7-44'33.69836426"	+110-11'25.73348999"	0.356	0.39	(SF Dual GNSS)	9	2.97	0.99	2.8
10	9144062.592	410733.798	182.85	C3	-7-44'33.69824219"	+110-11'25.73339844"	0.355	0.389	(SF Dual GNSS)	9	2.97	0.99	2.8

**Data Real Time DGPS Starfire dengan Mask Angle 30 Derajat**

<b>Data ke</b>	<b>Northing</b>	<b>Easting</b>	<b>height</b>	<b>ID</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>HSDV</b>	<b>VSDV</b>	<b>STATUS</b>	<b>SATS</b>	<b>PDOP</b>	<b>HDOP</b>	<b>VDOP</b>
1	9144062.658	410733.324	182.49	C4	-7-44'33.69607544"	+110-11'25.71792603"	0.527	0.546	(SF Dual GNSS)	6	3.75	1.78	3.3
2	9144062.655	410733.319	182.49	C4	-7-44'33.69616699"	+110-11'25.71777344"	0.526	0.545	(SF Dual GNSS)	6	3.75	1.78	3.3
3	9144062.656	410733.321	182.49	C4	-7-44'33.69613647"	+110-11'25.71783447"	0.525	0.544	(SF Dual GNSS)	6	3.75	1.78	3.3
4	9144062.655	410733.321	182.48	C4	-7-44'33.69616699"	+110-11'25.71783447"	0.524	0.543	(SF Dual GNSS)	6	3.75	1.78	3.3
5	9144062.657	410733.319	182.48	C4	-7-44'33.69610596"	+110-11'25.71777344"	0.522	0.542	(SF Dual GNSS)	6	3.75	1.78	3.3
6	9144062.656	410733.317	182.48	C4	-7-44'33.69613647"	+110-11'25.71771240"	0.522	0.54	(SF Dual GNSS)	6	3.75	1.78	3.3
7	9144062.652	410733.315	182.47	C4	-7-44'33.69625854"	+110-11'25.71762085"	0.52	0.539	(SF Dual GNSS)	6	3.75	1.78	3.3
8	9144062.652	410733.316	182.47	C4	-7-44'33.69625854"	+110-11'25.71765137"	0.52	0.538	(SF Dual GNSS)	6	3.75	1.78	3.3
9	9144062.650	410733.318	182.47	C4	-7-44'33.69631958"	+110-11'25.71774292"	0.519	0.537	(SF Dual GNSS)	6	3.75	1.78	3.3
10	9144062.652	410733.324	182.46	C4	-7-44'33.69625854"	+110-11'25.71792603"	0.517	0.535	(SF Dual GNSS)	6	3.75	1.78	3.3

**LAMPIRAN D**  
**DATA PENGAMATAN REALTIME DI**  
**TITIK 4**

**Data Real Time DGPS Starfire dengan Mask Angle 10 Derajat**

<b>Data ke</b>	<b>Northing</b>	<b>Easting</b>	<b>height</b>	<b>ID</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>HSDV</b>	<b>VSDV</b>	<b>STATUS</b>	<b>SATS</b>	<b>PDOP</b>	<b>HDOP</b>	<b>VDOP</b>
1	9127984.809	406708.482	35.223	D1	-7-53'16.94711304"	+110-09'13.27453613"	0.253	0.214	(SF Dual GNSS)	16	1.225	0.707	1
2	9127984.812	406708.483	35.222	D1	-7-53'16.94702148"	+110-09'13.27456665"	0.252	0.213	(SF Dual GNSS)	16	1.225	0.707	1
3	9127984.813	406708.485	35.228	D1	-7-53'16.94699097"	+110-09'13.27462769"	0.25	0.213	(SF Dual GNSS)	16	1.225	0.707	1
4	9127984.816	406708.487	35.221	D1	-7-53'16.94686890"	+110-09'13.27468872"	0.249	0.212	(SF Dual GNSS)	16	1.225	0.707	1
5	9127984.822	406708.487	35.226	D1	-7-53'16.94668579"	+110-09'13.27468872"	0.248	0.211	(SF Dual GNSS)	16	1.225	0.707	1
6	9127984.828	406708.489	35.235	D1	-7-53'16.94650269"	+110-09'13.27474976"	0.247	0.21	(SF Dual GNSS)	16	1.225	0.707	1
7	9127984.827	406708.485	35.223	D1	-7-53'16.94653320"	+110-09'13.27462769"	0.246	0.21	(SF Dual GNSS)	16	1.225	0.707	1
8	9127984.827	406708.484	35.22	D1	-7-53'16.94653320"	+110-09'13.27459717"	0.245	0.209	(SF Dual GNSS)	16	1.225	0.707	1
9	9127984.824	406708.482	35.21	D1	-7-53'16.94662476"	+110-09'13.27453613"	0.244	0.208	(SF Dual GNSS)	16	1.225	0.707	1
10	9127984.824	406708.484	35.215	D1	-7-53'16.94662476"	+110-09'13.27459717"	0.243	0.208	(SF Dual GNSS)	16	1.225	0.707	1



**Data Real Time DGPS Starfire dengan Mask Angle 15 Derajat**

Data ke	Northing	Easting	height	ID	Latitude	Longitude	HSDV	VSDV	STATUS	SATS	PDOP	HDOP	VDOP
1	9127984.647	406708.543	34.96	D2	-7-53'16.95239258"	+110-09'13.27651978"	0.291	0.283	(SF Dual GNSS)	13	1.811	0.849	1.6
2	9127984.647	406708.544	34.967	D2	-7-53'16.95239258"	+110-09'13.27655029"	0.291	0.282	(SF Dual GNSS)	13	1.811	0.849	1.6
3	9127984.646	406708.540	34.969	D2	-7-53'16.95242310"	+110-09'13.27642822"	0.29	0.282	(SF Dual GNSS)	13	1.811	0.849	1.6
4	9127984.647	406708.540	34.967	D2	-7-53'16.95239258"	+110-09'13.27639771"	0.288	0.281	(SF Dual GNSS)	13	1.811	0.849	1.6
5	9127984.651	406708.540	34.964	D2	-7-53'16.95227051"	+110-09'13.27639771"	0.288	0.28	(SF Dual GNSS)	13	1.811	0.849	1.6
6	9127984.653	406708.541	34.964	D2	-7-53'16.95220947"	+110-09'13.27645874"	0.288	0.28	(SF Dual GNSS)	13	1.811	0.849	1.6
7	9127984.653	406708.540	34.968	D2	-7-53'16.95217896"	+110-09'13.27642822"	0.286	0.279	(SF Dual GNSS)	13	1.811	0.849	1.6
8	9127984.654	406708.540	34.966	D2	-7-53'16.95214844"	+110-09'13.27639771"	0.286	0.279	(SF Dual GNSS)	13	1.811	0.849	1.6
9	9127984.656	406708.540	34.969	D2	-7-53'16.95208740"	+110-09'13.27639771"	0.285	0.278	(SF Dual GNSS)	13	1.811	0.849	1.6
10	9127984.653	406708.534	34.966	D2	-7-53'16.95217896"	+110-09'13.27621460"	0.283	0.276	(SF Dual GNSS)	13	1.811	0.849	1.6

**Data Real Time DGPS Starfire dengan Mask Angle 20 Derajat**

Data ke	Northing	Easting	height	ID	Latitude	Longitude	HSDV	VSDV	STATUS	SATS	PDOP	HDOP	VDOP
1	9127984.635	406708.833	34.877	D3	-7-53'16.95278931"	+110-09'13.28598022"	0.302	0.356	(SF Dual GNSS)	11	2.563	1.131	2.3
2	9127984.635	406708.829	34.875	D3	-7-53'16.95278931"	+110-09'13.28585815"	0.3	0.355	(SF Dual GNSS)	11	2.563	1.131	2.3
3	9127984.632	406708.826	34.887	D3	-7-53'16.95288086"	+110-09'13.28576660"	0.3	0.354	(SF Dual GNSS)	11	2.563	1.131	2.3
4	9127984.629	406708.829	34.892	D3	-7-53'16.95300293"	+110-09'13.28585815"	0.299	0.353	(SF Dual GNSS)	11	2.563	1.131	2.3
5	9127984.630	406708.826	34.896	D3	-7-53'16.95297241"	+110-09'13.28576660"	0.299	0.352	(SF Dual GNSS)	11	2.563	1.131	2.3
6	9127984.625	406708.824	34.904	D3	-7-53'16.95312500"	+110-09'13.28567505"	0.298	0.351	(SF Dual GNSS)	11	2.563	1.131	2.3
7	9127984.625	406708.819	34.915	D3	-7-53'16.95312500"	+110-09'13.28552246"	0.297	0.35	(SF Dual GNSS)	11	2.563	1.131	2.3
8	9127984.623	406708.819	34.917	D3	-7-53'16.95318604"	+110-09'13.28552246"	0.297	0.35	(SF Dual GNSS)	11	2.563	1.131	2.3
9	9127984.624	406708.816	34.929	D3	-7-53'16.95315552"	+110-09'13.28543091"	0.296	0.348	(SF Dual GNSS)	11	2.563	1.131	2.3
10	9127984.621	406708.824	34.93	D3	-7-53'16.95324707"	+110-09'13.28567505"	0.295	0.346	(SF Dual GNSS)	11	2.563	1.131	2.3

**Data Real Time DGPS Starfire dengan Mask Angle 30 Derajat**

<b>Data ke</b>	<b>Northing</b>	<b>Easting</b>	<b>height</b>	<b>ID</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>HSDV</b>	<b>VSDV</b>	<b>STATUS</b>	<b>SATS</b>	<b>PDOP</b>	<b>HDOP</b>	<b>VDOP</b>
1	9127984.673	406708.849	34.545	D4	-7-53'16.95156860"	+110-09'13.28649902"	0.312	0.354	(SF Dual GNSS)	10	2.474	1.131	2.2
2	9127984.672	406708.845	34.554	D4	-7-53'16.95159912"	+110-09'13.28637695"	0.311	0.353	(SF Dual GNSS)	10	2.474	1.131	2.2
3	9127984.671	406708.841	34.555	D4	-7-53'16.95162964"	+110-09'13.28625488"	0.31	0.352	(SF Dual GNSS)	10	2.474	1.131	2.2
4	9127984.674	406708.839	34.576	D4	-7-53'16.95153809"	+110-09'13.28619385"	0.308	0.349	(SF Dual GNSS)	11	2.354	1.063	2.1
5	9127984.677	406708.836	34.589	D4	-7-53'16.95141602"	+110-09'13.28607178"	0.307	0.348	(SF Dual GNSS)	11	2.354	1.063	2.1
6	9127984.679	406708.831	34.598	D4	-7-53'16.95135498"	+110-09'13.28591919"	0.306	0.347	(SF Dual GNSS)	11	2.354	1.063	2.1
7	9127984.679	406708.827	34.603	D4	-7-53'16.95135498"	+110-09'13.28579712"	0.306	0.346	(SF Dual GNSS)	11	2.354	1.063	2.1
8	9127984.682	406708.825	34.61	D4	-7-53'16.95126343"	+110-09'13.28573608"	0.305	0.345	(SF Dual GNSS)	11	2.354	1.063	2.1
9	9127984.685	406708.823	34.617	D4	-7-53'16.95117188"	+110-09'13.28564453"	0.305	0.344	(SF Dual GNSS)	11	2.354	1.063	2.1
10	9127984.682	406708.821	34.614	D4	-7-53'16.95126343"	+110-09'13.28558350"	0.304	0.343	(SF Dual GNSS)	11	2.354	1.063	2.1

**LAMPIRAN E**  
**DATA PENGAMATAN REALTIME DI**  
**TITIK 5**

**Data Real Time DGPS Starfire dengan Mask Angle 10 Derajat**

<b>Data ke</b>	<b>Northing</b>	<b>Easting</b>	<b>height</b>	<b>ID</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>HSDV</b>	<b>VSDV</b>	<b>STATUS</b>	<b>SATS</b>	<b>PDOP</b>	<b>HDOP</b>	<b>VDOP</b>
1	9127476.850	404475.328	32.879	E1	-7-53'33.33728027"	+110-08'00.31512451"	0.245	0.202	(SF Dual GNSS)	16	1.36	0.64	1.2
2	9127476.850	404475.330	32.879	E1	-7-53'33.33728027"	+110-08'00.31518555"	0.245	0.202	(SF Dual GNSS)	16	1.36	0.64	1.2
3	9127476.845	404475.328	32.872	E1	-7-53'33.33746338"	+110-08'00.31512451"	0.243	0.201	(SF Dual GNSS)	16	1.4	0.721	1.2
4	9127476.842	404475.331	32.868	E1	-7-53'33.33755493"	+110-08'00.31521606"	0.242	0.201	(SF Dual GNSS)	16	1.4	0.721	1.2
5	9127476.838	404475.332	32.863	E1	-7-53'33.33767700"	+110-08'00.31524658"	0.242	0.201	(SF Dual GNSS)	16	1.4	0.721	1.2
6	9127476.838	404475.333	32.863	E1	-7-53'33.33767700"	+110-08'00.31527710"	0.241	0.2	(SF Dual GNSS)	16	1.4	0.721	1.2
7	9127476.837	404475.335	32.864	E1	-7-53'33.33770752"	+110-08'00.31533813"	0.241	0.2	(SF Dual GNSS)	16	1.4	0.721	1.2
8	9127476.835	404475.339	32.871	E1	-7-53'33.33779907"	+110-08'00.31546021"	0.24	0.2	(SF Dual GNSS)	16	1.4	0.721	1.2
9	9127476.835	404475.341	32.873	E1	-7-53'33.33779907"	+110-08'00.31552124"	0.24	0.201	(SF Dual GNSS)	15	1.487	0.721	1.3
10	9127476.834	404475.341	32.874	E1	-7-53'33.33782959"	+110-08'00.31555176"	0.239	0.2	(SF Dual GNSS)	15	1.487	0.721	1.3

**Data Real Time DGPS Starfire dengan Mask Angle 15 Derajat**

Data ke	Northing	Easting	height	ID	Latitude	Longitude	HSDV	VSDV	STATUS	SATS	PDOP	HDOP	VDOP
1	9127476.744	404475.544	33.347	E2	-7-53'33.34075928"	+110-08'00.32214355"	0.267	0.228	(SF Dual GNSS)	14	1.729	0.86	1.5
2	9127476.745	404475.544	33.322	E2	-7-53'33.34072876"	+110-08'00.32217407"	0.265	0.227	(SF Dual GNSS)	14	1.729	0.86	1.5
3	9127476.748	404475.543	33.314	E2	-7-53'33.34063721"	+110-08'00.32211304"	0.265	0.227	(SF Dual GNSS)	14	1.729	0.86	1.5
4	9127476.748	404475.540	33.3	E2	-7-53'33.34063721"	+110-08'00.32202148"	0.264	0.227	(SF Dual GNSS)	14	1.729	0.86	1.5
5	9127476.749	404475.536	33.289	E2	-7-53'33.34060669"	+110-08'00.32189941"	0.264	0.226	(SF Dual GNSS)	14	1.729	0.86	1.5
6	9127476.749	404475.535	33.286	E2	-7-53'33.34060669"	+110-08'00.32186890"	0.263	0.226	(SF Dual GNSS)	14	1.729	0.86	1.5
7	9127476.746	404475.538	33.293	E2	-7-53'33.34069824"	+110-08'00.32196045"	0.263	0.226	(SF Dual GNSS)	14	1.729	0.86	1.5
8	9127476.745	404475.539	33.299	E2	-7-53'33.34072876"	+110-08'00.32199097"	0.262	0.225	(SF Dual GNSS)	14	1.729	0.86	1.5
9	9127476.744	404475.540	33.294	E2	-7-53'33.34075928"	+110-08'00.32202148"	0.262	0.225	(SF Dual GNSS)	14	1.729	0.86	1.5
10	9127476.747	404475.537	33.285	E2	-7-53'33.34066772"	+110-08'00.32192993"	0.261	0.225	(SF Dual GNSS)	14	1.729	0.86	1.5

**Data Real Time DGPS Starfire dengan Mask Angle 20 Derajat**

Data ke	Northing	Easting	height	ID	Latitude	Longitude	HSDV	VSDV	STATUS	SATS	PDOP	HDOP	VDOP
1	9127476.900	404474.841	33.008	E3	-7-53'33.33563232"	+110-08'00.29922485"	0.276	0.23	(SF Dual GNSS)	14	1.691	0.781	1.5
2	9127476.898	404474.847	32.998	E3	-7-53'33.33569336"	+110-08'00.29940796"	0.275	0.229	(SF Dual GNSS)	14	1.691	0.781	1.5
3	9127476.900	404474.848	32.987	E3	-7-53'33.33563232"	+110-08'00.29943848"	0.273	0.229	(SF Dual GNSS)	14	1.691	0.781	1.5
4	9127476.901	404474.847	32.974	E3	-7-53'33.33560181"	+110-08'00.29940796"	0.273	0.229	(SF Dual GNSS)	14	1.691	0.781	1.5
5	9127476.900	404474.846	32.966	E3	-7-53'33.33563232"	+110-08'00.29937744"	0.273	0.229	(SF Dual GNSS)	14	1.691	0.781	1.5
6	9127476.900	404474.847	32.957	E3	-7-53'33.33563232"	+110-08'00.29940796"	0.272	0.228	(SF Dual GNSS)	14	1.691	0.781	1.5
7	9127476.903	404474.846	32.954	E3	-7-53'33.33554077"	+110-08'00.29937744"	0.271	0.228	(SF Dual GNSS)	14	1.691	0.781	1.5
8	9127476.904	404474.843	32.955	E3	-7-53'33.33551025"	+110-08'00.29928589"	0.271	0.228	(SF Dual GNSS)	14	1.691	0.781	1.5
9	9127476.904	404474.843	32.954	E3	-7-53'33.33551025"	+110-08'00.29928589"	0.27	0.227	(SF Dual GNSS)	14	1.691	0.781	1.5
10	9127476.904	404474.844	32.949	E3	-7-53'33.33551025"	+110-08'00.29931641"	0.27	0.227	(SF Dual GNSS)	14	1.691	0.781	1.5

Data Real Time DGPS Starfire dengan Mask Angle 30 Derajat

Data ke	Northing	Easting	height	ID	Latitude	Longitude	HSDV	VSDV	STATUS	SATS	PDOP	HDOP	VDOP
1	9127476.542	404475.778	34.275	E4	-7-53'33.34735107"	+110-08'00.32977295"	0.583	0.741	(SF Dual GNSS)	9	3.493	2.332	2.6
2	9127476.535	404475.798	34.292	E4	-7-53'33.34759521"	+110-08'00.33044434"	0.581	0.738	(SF Dual GNSS)	9	3.493	2.332	2.6
3	9127476.536	404475.787	34.308	E4	-7-53'33.34753418"	+110-08'00.33007813"	0.579	0.734	(SF Dual GNSS)	9	3.493	2.332	2.6
4	9127476.530	404475.796	34.316	E4	-7-53'33.34774780"	+110-08'00.33038330"	0.578	0.732	(SF Dual GNSS)	9	3.493	2.332	2.6
5	9127476.536	404475.784	34.323	E4	-7-53'33.34756470"	+110-08'00.32998657"	0.575	0.729	(SF Dual GNSS)	9	3.493	2.332	2.6
6	9127476.540	404475.775	34.334	E4	-7-53'33.34741211"	+110-08'00.32968140"	0.574	0.727	(SF Dual GNSS)	9	3.493	2.332	2.6
7	9127476.536	404475.771	34.353	E4	-7-53'33.34753418"	+110-08'00.32955933"	0.573	0.724	(SF Dual GNSS)	9	3.419	2.332	2.5
8	9127476.535	404475.774	34.38	E4	-7-53'33.34759521"	+110-08'00.32965088"	0.57	0.719	(SF Dual GNSS)	9	3.419	2.332	2.5
9	9127476.535	404475.774	34.376	E4	-7-53'33.34756470"	+110-08'00.32965088"	0.568	0.717	(SF Dual GNSS)	9	3.419	2.332	2.5
10	9127476.537	404475.785	34.367	E4	-7-53'33.34750366"	+110-08'00.33001709"	0.567	0.714	(SF Dual GNSS)	9	3.419	2.332	2.5

