

PENENTUAN POSISI TITIK TETAP MENGGUNAKAN SATU RECEIVER GPS YANG DIOLAH SECARA DIFERENSIAL DENGAN TITIK IKAT CORS MENGGUNAKAN SOFTWARE, DIOLAH SECARA ON-LINE, DAN DIOLAH SECARA STATISTIK

Budi Hardianto¹, Ahmad Lufti Ibrahim², Sudarman³, Trijoko⁴

¹Mahasiswa Program Studi D-III Hidro-Oseanografi, STTAL

²Dosen Pengajar Prodi D-III Hidrografi, STTAL

³Dosen dari Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumian ITB

⁴Peneliti dari Dinas Hidro-Oseanografi TNI AL

ABSTRAK

Pada umumnya, survei geodetik guna penentuan posisi titik tetap sebagai titik ikat dalam survei batimetri, garis pantai, dan detail pantai dilaksanakan menggunakan metode diferensial dengan diikatkan pada titik-titik Kerangka Dasar Geodesi Nasional (KDGN) orde-0 dan orde-1. Ada kemungkinan karena sesuatu hal hanya tersedia satu *receiver Global Positioning System (GPS)* yang masih bisa berfungsi, sehingga pengadaan titik tetap dengan pengikatan ke KDGN tidak bisa dilaksanakan. Solusi alternatif penentuan posisi titik tetap dapat dilaksanakan dengan pengamatan GPS secara *stand-alone*.

Dalam penelitian ini, pengamatan dilaksanakan menggunakan *receiver GPS Trimble 5700* di titik N1.0294 dan HP.090053, kemudian data hasil pengamatan diolah secara diferensial dengan titik ikat *Continuously Operating Reference Stations (CORS)* menggunakan *software Trimble Business Center (TBC)* dan diolah secara *on-line* melalui layanan AUSPOS dan OPUS serta diolah secara statistik posisi absolut.

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ketelitian titik tetap hasil pengolahan secara diferensial dengan titik ikat CORS baik menggunakan *software TBC* maupun melalui *on-line* menggunakan layanan AUSPOS dan OPUS mempunyai jarak pergeseran posisi terbesar 46 sentimeter (< 50 sentimeter), sehingga memenuhi syarat sekunder IHO. Titik tetap hasil pengolahan posisi absolut menggunakan metode statistik bisa memenuhi ketelitian ± 3 meter.

Kata kunci: satu *receiver GPS*, absolut, diferensial, *on-line*, CORS, statistik, dan ketelitian.

ABSTRACT

Generally, geodetic surveys in order of fixed point positioning as connective point for bathymetry survei, coastline, and coast detail implemented using the differential method with tied on KDGN (National Geodetic Framework) points order - 0 and order - 1. There is a possibility due to some constraints there is only one Global Positioning System (GPS) receiver are still functioning, thus procuring a fixed point with be tied to KDGN can not be implemented. The alternative solutions of fixed point positioning can be implemented by stand-alone GPS observations.

In this study, observational conducted using Trimble 5700 GPS receiver at point N1.0294 and HP.090053, then the observations data result processed in differential method with Continuously Operating Reference Stations (CORS) reference point using Trimble Business Center (TBC) software and on-line processing using the AUSPOS and OPUS, and also processed using statistics the absolute position.

Based on the results of this study showed that the accuracy of the fixed point processing results in differential method with CORS point connective using either TBC software and through of on-line using AUSPOS and OPUS services have biggest distance difference of position 46 centimeters (<50

centimeters), so making its qualify secondary IHO. The fixed point processing results of absolute position using statistical methods could qualify of ± 3 meters accuracy.

Keywords: a GPS receiver, absolute, differential, on-line, CORS, statistic, and accuracy.

Latar Belakang.

Perkembangan teknologi penentuan posisi dengan sistem satelit memunculkan pengadaan sistem titik kontrol dasar aktif sebagai referensi dalam penentuan posisi. Sistem titik kontrol dasar aktif tersebut adalah *Continuously Operating Reference Stations* (CORS). Stasiun CORS dapat melayani penentuan posisi secara *real time* maupun *post processing*. Untuk penentuan posisi secara *post processing* adalah dengan cara mengkorelasikan data rekaman satelit di stasiun CORS dengan data pengamatan di titik yang akan ditentukan posisinya, selanjutnya dilaksanakan pengolahan data. Hasil rekaman data satelit di stasiun CORS didapatkan dengan cara *men-download* sendiri atau permohonan data terhadap pengelola stasiun CORS di antaranya Badan Informasi Geospasial (BIG).

Salah satu kegiatan survei hidrografi adalah penentuan posisi titik-titik yang akan digunakan sebagai jaring kontrol pemetaan atau lebih dikenal sebagai survei geodetik. Pada umumnya kegiatan survei geodetik dalam rangka penentuan titik tetap sebagai titik kontrol dalam survei batimetri, garis pantai, dan detail pantai dilaksanakan menggunakan metode diferensial dengan diikatkan pada titik-titik Kerangka Dasar Geodesi Nasional (KDGN) orde-0 dan orde-1.

Ada kemungkinan pengadaan titik tetap dengan pengikatan ke KDGN tidak bisa dilaksanakan, hal tersebut bisa disebabkan oleh faktor teknis dan non teknis. Faktor teknis bisa disebabkan oleh beberapa alat mengalami kerusakan saat di lapangan atau pada saat perjalanan ke lokasi survei, sehingga hanya tersedia satu *receiver Global Positioning System* (GPS) yang masih berfungsi. Faktor non teknis bisa disebabkan oleh cuaca yang tidak memungkinkan untuk melaksanakan pengamatan GPS secara diferensial pada saat itu. Alternatif penentuan posisi titik tetap dapat dilaksanakan dengan menggunakan satu *receiver* GPS yang tersedia dengan melaksanakan pengamatan secara *stand-alone*.

Pemanfaatan CORS sebagai titik ikat dalam survei geodetik masih belum optimal, sehingga perlu adanya penelitian mengenai ketelitian hasil penentuan posisi menggunakan titik ikat CORS.

Maksud dan Tujuan.

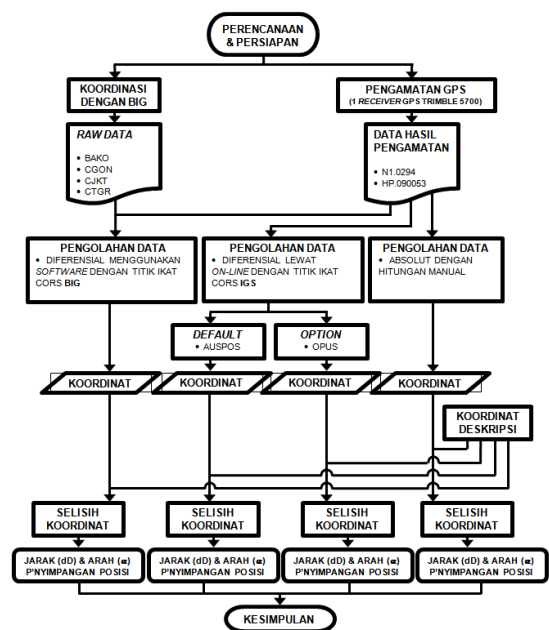
Maksud penelitian ini adalah studi beberapa metode pengolahan hasil pengamatan menggunakan satu *receiver* GPS secara *stand-alone*. Sedangkan **tujuan** penelitian ini adalah mengetahui ketelitian koordinat titik tetap hasil pengamatan secara *stand-alone* yang diolah secara diferensial dengan titik ikat CORS menggunakan *software Trimble Business Center* (TBC) dan secara *on-line* melalui layanan AUSPOS dan OPUS serta diolah menggunakan statistik posisi absolut.

Ruang Lingkup.

Pada penelitian ini, penulis memberikan batasan sebagai berikut:

1. Melaksanakan pengamatan menggunakan satu *receiver* GPS Trimble 5700 di Titik N1.0294 yang terletak di Serang-Banten dan Titik HP.090053 yang terletak di Pusdikhidros Ancol.
2. Melaksanakan pengolahan data hasil pengamatan secara diferensial menggunakan *software* TBC dengan titik ikat stasiun CORS BIG.
3. Melaksanakan pengolahan data hasil pengamatan secara diferensial melalui *on-line* menggunakan layanan AUSPOS dan OPUS dengan titik ikat CORS IGS.
4. Melaksanakan pengolahan data hasil pengamatan posisi absolut menggunakan metode statistik.

Alur Pikir Penelitian.



PELAKSANAAN PENELITIAN

Tahapan kegiatan penelitian sebagai berikut:

1. Persiapan Pengamatan.

Survei pendahuluan menghasilkan informasi lokasi titik, obstruksi, keadaan fisik titik atau pilar, aksesibilitas titik, dan ketersediaan tenaga listrik serta koordinasi dengan pemilik atau pengelola lokasi dan Badan Informasi Geospasial (BIG).

Selain itu dilaksanakan koordinasi dengan pemilik atau pengelola lokasi untuk mendapatkan izin dan koordinasi dengan BIG untuk permintaan data stasiun CORS dan deskripsi pilar N1.0294.

Titik-titik yang akan ditentukan memanfaatkan bangunan pilar yang sudah tersedia dengan maksud agar hasil pengamatan dapat dihitung jarak dan arah pergeseran posisinya terhadap deskripsi pilar titik tersebut untuk mengetahui ketelitian hasil pengamatan, titik-titik tersebut adalah:

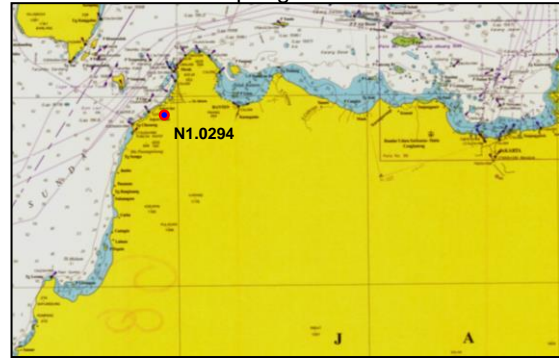
- N1.0294 terletak di halaman SMPN 1 Anyar, Serang.
- HP. 090053 terletak di atas gedung Pusdikhidros, Ancol.

Stasiun-stasiun CORS yang digunakan sebagai titik ikat dipilih dengan pertimbangan yang terdekat dengan titik yang akan ditentukan posisinya, meliputi:

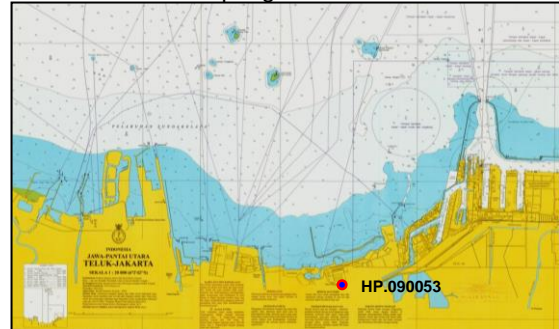
- Stasiun BAKO dan CGON tanggal 27 s.d. 28 Juli 2013 sebagai titik ikat N1.0294.
- Stasiun CJKT dan CTGR tanggal 17 s.d. 18 Agustus 2013 sebagai titik ikat HP.090053.

Membuat sketsa dan strategi pengamatan dari titik-titik yang akan ditentukan serta titik-titik tetap yang akan digunakan sebagai obyek penelitian dengan pertimbangan kondisi pilar, ketersediaan tenaga listrik, kemudahan akses, dan mudah dalam pemasangan *receiver* GPS.

Gambar sketsa pengamatan titik N1.0294



Gambar sketsa pengamatan titik HP.090053



Persiapan pengamatan satelit menggunakan *software Trimble Business Center* (TBC) pada modul *planning*. Keluaran dari langkah ini adalah rekomendasi waktu pengamatan satelit. Waktu pengamatan dipilih dengan mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

- Jumlah satelit dengan ketentuan minimum empat satelit.
- Elevasi satelit waktu pengamatan 15° .
- Nilai *Position Dilution Of Precision* (PDOP) kurang dari 10.

Persiapan peralatan meliputi perangkat keras dan perangkat lunak (*software*). **Perangkat keras** digunakan dalam pengumpulan data dan pengolahan data hasil pengamatan di lapangan, meliputi: Satu set *receiver* GPS Trimble 5700, satu set laptop merk *Toshiba Core i3* dengan *operating system Windows XP 32 bit*, kendaraan bermotor, peralatan pelengkap meliputi; senter untuk pengamatan malam hari dan kamera untuk memfoto titik dan *receiver* GPS. **Software** digunakan pada saat pengumpulan data di lapangan, pengolahan data hasil pengamatan hingga penulisan, meliputi: *GPS Configurator*, *Automatic Data Logging* (ADL) *HIDROpro*, *Notepad* dan *Ms. Excel*, *Ms. Word*, *Trimble Data Transfer*, TBC, *Convert to RINEX*, *Coordinat Calculator*, akses internet layanan AUSPOS dan OPUS.

2. Pelaksanaan Pengamatan.

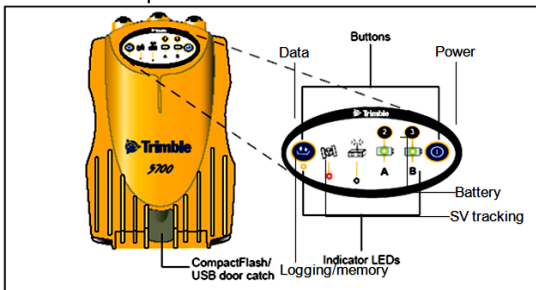
Pengamatan dilaksanakan dengan metode statik menggunakan satu receiver GPS di titik-titik yang telah direncanakan dengan lama pengamatan berdasarkan tabel berikut ini.

Tabel Waktu dan lama pelaksanaan pengamatan

TITIK	SESI PENGAMATAN	
	PERTAMA (24 JAM)	KEDUA (3 JAM)
N1.0294	08.38 WIB (27 Juli 2013) s.d. 05.59 WIB (28 Juli 2013)	06.15 WIB s.d. 09.32 WIB (28 Juli 2013)
HP.090053	06.59 WIB (17 Agustus 2013) s.d. 07.30 WIB (18 Agustus 2013)	01.46 WIB s.d. 05.33 WIB (18 Agustus 2013)

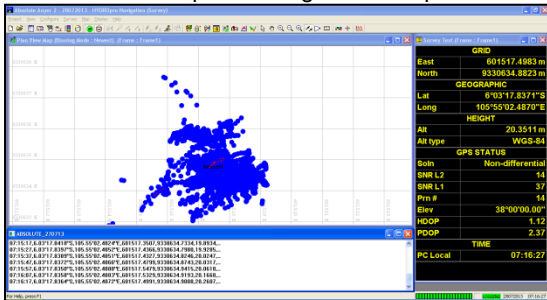
Receiver GPS menyimpan raw data GPS dalam Compact Flash Card.

Gambar panel receiver GPS trimble 5700



Data real time report tersimpan di dalam software HIDROpro dalam format notepad.

Gambar proses perekaman data pengamatan menggunakan real time report dan tampilan sebaran posisi dengan HIDROpro



3. Pengolahan Data Hasil Pengamatan.

Pengolahan data dilaksanakan dengan tiga metode:

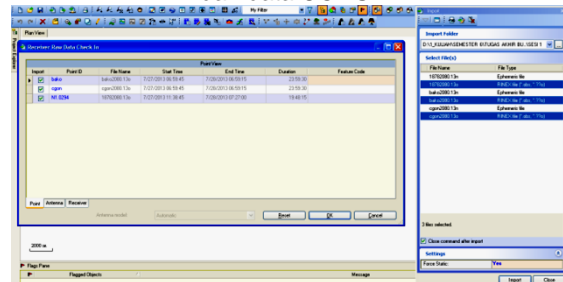
a. Pengolahan Secara Diferensial dengan Titik Ikat CORS BIG Menggunakan Software.

Tabel stasiun CORS yang digunakan sebagai titik ikat

TITIK	CORS	LINTANG GEODETIK	BUJUR GEODETIK	TINGGI THDP ELIPSOID (m)
N1.0294	BAKO	6° 29' 27.79812" LS	106° 50' 56.08366" BT	158.1157
	CGON	6° 01' 14.78123" LS	106° 03' 08.08391" BT	41.2420
HP.090053	CJKT	6° 06' 36.39680" LS	106° 53' 04.30887" BT	32.2483
	CTGR	6° 17' 26.99379" LS	106° 39' 49.69143" BT	66.3741

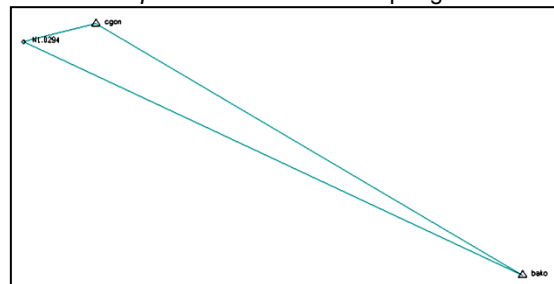
Software yang digunakan pada metode pengolahan ini adalah software TBC. Setelah parameter-parameter yang diperlukan ditentukan kemudian *importing raw data* pengamatan dan data CORS yang digunakan sebagai titik ikat. Raw data CORS yang digunakan merupakan data sekunder yang didapatkan dari instansi BIG selaku pengelola CORS.

Gambar proses *importing raw data* pengamatan dan data CORS



Setelah data tersebut diisikan akan tampil *Potential Baseline* atau *baseline* yang siap untuk diolah. Pengukuran ini menghasilkan 3 *Potential Baseline* seperti pada Gambar berikut:

Gambar *potential baseline* hasil pengamatan



Proses pengolahan *baseline*, dalam penelitian ini dilaksanakan *baseline* per *baseline* dengan menggunakan strategi hitungan *double difference* untuk mendapatkan solusi *baseline*. Sebelum melakukan pengolahan *baseline* ada beberapa hal yang perlu dilaksanakan, yaitu:

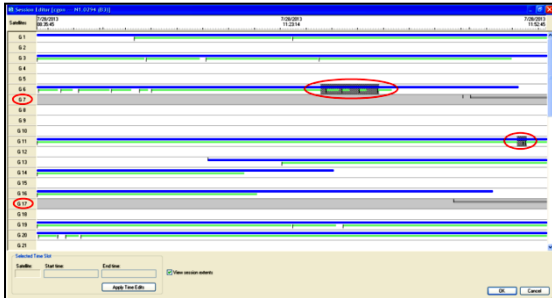
- 1) Analisis terhadap rekaman data.

Baseline yang akan diolah, dianalisis terlebih dahulu rekaman data pengamatan sinyal akan adanya *cycle slips* dari tiap-tiap satelit pada setiap titik yang diamati. Perlu pendeteksian dan pengkoreksian *cycle slips* hingga didapatkan hasil rekaman data pengamatan satelit yang baik.

Untuk sinyal yang pendek tidak diikutsertakan dalam pengolahan sebab rekamannya hanya beberapa menit.

Rekaman data yang hanya diterima oleh satu receiver harus dilaksanakan eliminasi.

Gambar session editor sudah dikoreksi



Pada Gambar di atas menunjukkan bahwa pada menu session editor satelit G6 dan G11 terdapat cycle slips, sedangkan pada satelit G7 dan G17 rekaman data hanya diterima oleh base receiver sehingga harus dilaksanakan eliminasi.

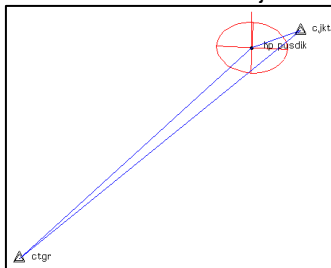
2) Menentukan parameter pengolahan baseline.

Penentuan parameter baseline didasarkan pada ketersediaan data yang diamati seperti jenis sinyal (broadcast atau precise), frekuensi, elevasi, dan tipe solusi.

Setelah penentuan parameter tersebut ditetapkan, kemudian pengolahan dilaksanakan baseline per baseline. Apabila dalam pengolahan baseline masih ditemukan solusi float, maka pengolahan dalam baseline tersebut dilaksanakan pengulangan dengan memperhatikan nilai horizontal precision, vertical precision, ratio, dan Root Mean Square (RMS) sampai mendapatkan solusi fixed.

Setelah pengolahan baseline dilaksanakan dan menghasilkan tipe solusi yang diinginkan, selanjutnya dilaksanakan perataan jaringan. Pada perataan jaringan, vektor-vektor baseline yang telah dihitung sebelumnya secara sendiri-sendiri, dikumpulkan, dan diproses dalam suatu hitung perataan jaringan (network adjustment) untuk menghitung koordinat final titik-titik dalam jaringan GPS.

Gambar hasil network adjustment



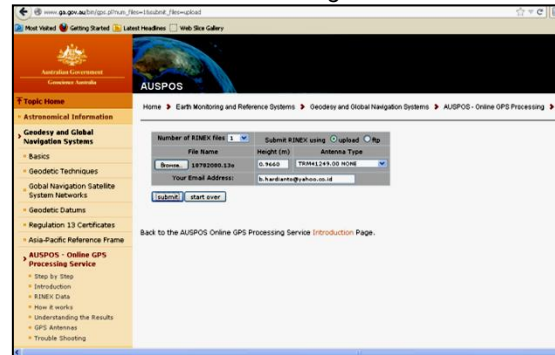
b. Pengolahan Secara Diferensial dengan Titik Ikat CORS IGS Melalui On-line.

Pengiriman data pada website yang menyediakan layanan pengolahan data GPS secara on-line dilaksanakan dengan mengunggah data pada tombol pengunggahan yang disediakan dalam website tersebut.

1) Default.

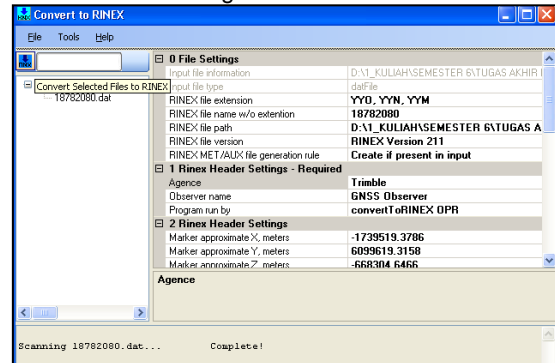
Layanan yang digunakan pada metode pengolahan ini adalah layanan AUSPOS On-line GPS Processing Service, alamat website yang tersedia yaitu: http://www.ga.gov.au/bin/gps.pl?num_files=3&submit_files=upload. Proses pengolahan menggunakan layanan ini, dimulai dengan mengunggah raw data hasil pengamatan dan beberapa informasi tambahan yang diperlukan dalam pengolahan.

Gambar tampilan layanan AUSPOS Online GPS Processing



Format data yang bisa diolah pada layanan ini hanya RINEX. Karena raw data hasil pengamatan berformat DAT, sehingga harus dikonversi terlebih dahulu. Dalam penelitian ini, untuk mengkonversi raw data dari format DAT ke RINEX digunakan software Convert to RINEX yang tampilannya terdapat pada Gambar berikut ini.

Gambar proses mengkonversi data dari Format DAT ke RINEX dengan Software Convert to RINEX



Setelah semua data yang diperlukan diisi, kemudian tekan “Submit” untuk mengirim data agar diproses oleh layanan. Kurang dari 10 menit data hasil pengolahan bisa diterima lewat *email*.

Report hasil pengolahan AUSPOS yang dikirimkan *via email*, mencakup informasi; koordinat (dalam sistem koordinat kartesian serta geodetik), stasiun-stasiun CORS yang digunakan sebagai titik ikat, dan simpangan baku.

Stasiun-stasiun CORS IGS yang digunakan sebagai titik ikat dipilih secara otomatis (*default*) oleh layanan dengan mempertimbangkan jarak yang terdekat dari *receiver* GPS pengguna. Jumlah stasiun-stasiun CORS terpilih yang digunakan sebagai titik ikat ada 15 stasiun diantaranya stasiun BAKO milik BIG.

Tabel stasiun CORS yang digunakan sebagai titik ikat terhadap Titik N1.0294 dan HP.090053 pada pengolahan dengan AUSPOS

NO	CORS	LOKASI	JARAK RUANG KE	
			N1.0294 (km)	HP.090053 (km)
1.	ALIC	Alice Springs, Australia	3.572,10	3.484,77
2.	BAKO	Cibinong, Indonesia	113,81	40,61
3.	BRO1	Broome, Australia	2.209,20	2.124,36
4.	COCO	Pulau Cocos (Keeling)	1.206,65	1.288,25
5.	CUSV	Patumwan, Thailand	2.268,07	2.304,39
6.	EXMT	Exmouth, Australia	1.968,53	1.918,83
7.	IISC	Bangalore, India	3.778,61	-
8.	KARR	Karratha, Australia	2.045,02	1.981,18
9.	NNOR	New Norcia, Australia	2.967,60	2.926,69
10.	PERT	Perth, Australia	3.033,37	2.994,21
11.	PIMO	Quezon City, Filipina	2.834,93	2.781,92
12.	TOMP	Australia	2.229,67	2.169,58
13.	WLAL	Australia	2.200,97	2.123,81
14.	XMIS	Pulau Christmas Australia	486,72	495,15
15.	YAR2	Dongara, Australia	2.731,41	2.690,27
16.	TCMS	Hsinchu, Taiwan, China	-	3.748,52

2) Option.

Layanan yang digunakan pada metode pengolahan ini adalah layanan OPUS, alamat *website* yang tersedia yaitu: <http://www.ngs.noaa.gov/OPUS/>. Proses pengolahan menggunakan layanan ini dimulai dengan mengunggah *raw data* hasil pengamatan dan mengisi beberapa informasi tambahan yang diperlukan dalam pengolahan.

Gambar tampilan *website* OPUS

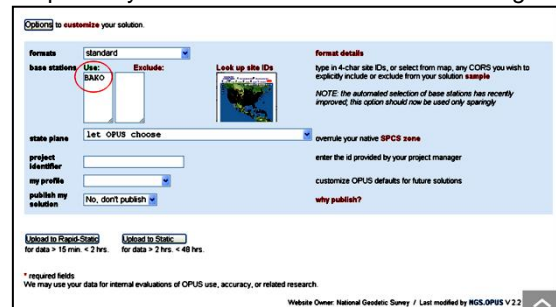


Format data yang bisa diolah pada layanan ini di antaranya: DAT dan RINEX. Karena *raw data* hasil pengamatan dalam penelitian ini berformat DAT, sehingga bisa langsung dikirimkan tanpa perlu dikonversi terlebih dahulu.

Informasi tambahan yang diperlukan selain *raw data* hasil pengamatan, yaitu: jenis antena, tinggi antena, alamat *email* untuk menerima hasil pengolahan, dan stasiun-stasiun referensi yang digunakan (3 stasiun).

Pada layanan ini stasiun-stasiun CORS yang akan digunakan sebagai titik ikat dapat dipilih sendiri oleh pengguna dengan memilih menu “Option”, dengan mengisi nama stasiun CORS pada kolom “Base stations use” atau dipilih secara otomatis oleh layanan.

Gambar menu *option* untuk memilih stasiun CORS pada layanan OPUS Online GPS Processing



Setelah semua data yang diperlukan diisi, kemudian tekan “Upload to Static” untuk mengirim data agar diproses oleh layanan. Kurang dari 5 menit data hasil pengolahan bisa diterima lewat *email*.

Report hasil pengolahan data oleh OPUS yang dikirimkan *via email*, mencakup informasi; koordinat (dalam sistem koordinat kartesian, geodetik, dan UTM), stasiun-stasiun CORS referensi yang digunakan, panjang *baseline*, simpangan baku, dan RMS.

Stasiun-stasiun CORS IGS yang digunakan sebagai titik ikat dalam pengolahan ini ditunjukkan pada Tabel berikut ini:

Tabel stasiun CORS yang digunakan sebagai titik ikat terhadap Titik N1.0294 dan HP.090053 pada pengolahan dengan OPUS

NO	CORS	LOKASI	JARAK RUANG KE	
			N1.0294 (km)	HP.090053 (km)
1	NTUS	Singapura	854,67	897,08
2	BAKO	Cibinong, Indonesia	113,81	40,61
3	COCO	Pulau Cocos (Keeling)	1.204,85	1.286,06

3) Pengolahan Posisi Absolut Menggunakan Metode Statistik.

Pada pengolahan ini digunakan *Microsoft Excel* sebagai sarana penghitungan seluruh *epoch* data pengamatan (interval data 15 detik) titik N1.0294 dan HP.090053 dengan lama pengamatan 24 jam dan 3 jam untuk mendapatkan nilai simpangan baku menggunakan persamaan:

$$\sigma = \left[\frac{\sum x_i^2}{n - 1} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Setelah didapatkan nilai simpangan baku, kemudian dimasukkan seluruh data ke dalam *range* simpangan baku tersebut. Seluruh data yang masuk di dalam *range* kemudian dipisahkan dan dihitung kembali simpangan bakunya yang kedua kali, selanjutnya data yang masuk di dalam *range* simpangan baku yang kedua dirata-ratakan untuk mendapatkan koordinat final.

Setelah semua metode pengolahan selesai dilaksanakan dan didapatkan koordinat final titik N1.0294 dan HP.090053, selanjutnya dihitung jarak pergeseran posisi dan arahnya menggunakan persamaan berikut:

$$\text{JARAK, } dD = \left(dX^2 + dY^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{ARAH, } \alpha = \text{Tan}^{-1} \left(\frac{dX}{dY} \right)$$

Dengan: $dX = X' - X$
 $dY = Y' - Y$

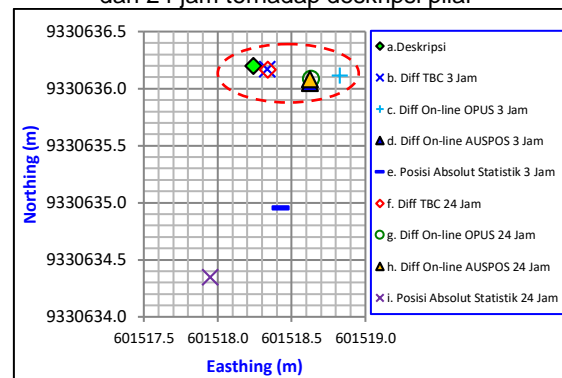
Keterangan:
 X' = Nilai X hasil pengukuran
 Y' = Nilai Y hasil pengukuran
 X = Nilai X deskripsi
 Y = Nilai Y deskripsi

Hasil Dan Pembahasan.

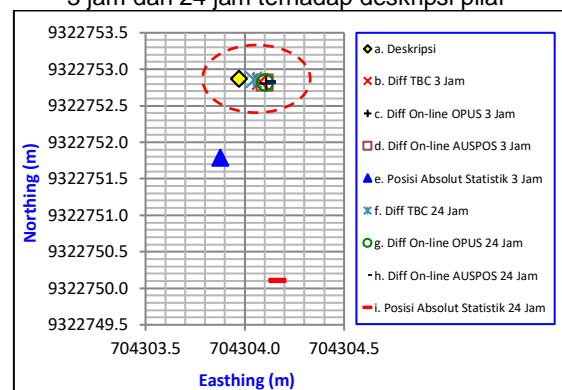
1. Sebaran Posisi Titik.

Dari seluruh metode pengolahan, meliputi: pengolahan secara diferensial menggunakan *software* TBC dengan titik ikat CORS BIG, pengolahan secara diferensial melalui *on-line* (menggunakan layanan AUSPOS dan OPUS) dengan titik ikat CORS IGS, dan pengolahan posisi absolut menggunakan metode statistik dihasilkan koordinat-koordinat final.

Gambar sebaran posisi Titik N1.0294 dari seluruh hasil pengolahan dengan lama pengamatan 3 jam dan 24 jam terhadap deskripsi pilar



Gambar sebaran posisi Titik HP.090053 dari seluruh hasil pengolahan dengan lama pengamatan 3 jam dan 24 jam terhadap deskripsi pilar



Berdasarkan gambar di atas, hasil pengolahan secara diferensial menggunakan *software* TBC dengan titik ikat CORS BIG dan hasil pengolahan secara diferensial melalui *on-line* (menggunakan layanan AUSPOS dan OPUS) dengan titik ikat CORS IGS lebih akurat dan presisi dibandingkan hasil pengolahan posisi absolut menggunakan metode statistik.

2. Jarak dan Arah Pergeseran Posisi.

Tabel jarak (dD) dan arah (α) pergeseran posisi Titik N1.0294 terhadap deskripsi pilar (Dalam Sistem Koordinat UTM)

METODE PENGOLAHAN	dD= (dX ² +dY ²) ^{1/2}	α ' + Kuadran			
		o	'	'	o
a. Deskripsi Pilar					
b. Diferensial dengan titik ikat CORS BIG menggunakan TBC (24 Jam)	0,100	109	6	39	
c. Diferensial on-line dengan OPUS (24 Jam)	0,403	106	24	2	
d. Diferensial on-line dengan AUSPOS (24 Jam)	0,399	107	11	44	
e. Menggunakan Statistik Posisi Absolut (24 Jam)	1,878	189	0	54	
f. Diferensial dengan titik ikat CORS BIG menggunakan TBC (3 Jam)	0,098	107	39	1	
g. Diferensial on-line dengan OPUS (3 Jam)	0,462	96	26	46	
h. Diferensial on-line dengan AUSPOS (3 Jam)	0,408	111	23	27	
i. Posisi Absolut Menggunakan Statistik (3 Jam)	1,256	171	37	15	

Jarak pergeseran posisi Titik N1.0294 berdasarkan hasil pengolahan secara

diferensial menggunakan *software* TBC dengan titik ikat CORS BIG yang terbesar adalah 0,100 m dengan arah 109° 6' 39", hasil pengolahan secara diferensial melalui *on-line* (menggunakan layanan AUSPOS dan OPUS) dengan titik ikat CORS IGS yang terbesar adalah 0,462 m dengan arah 96° 26' 46" dan hasil pengolahan posisi absolut menggunakan metode statistik yang terbesar adalah 1,878 m dengan arah 189° 0' 54".

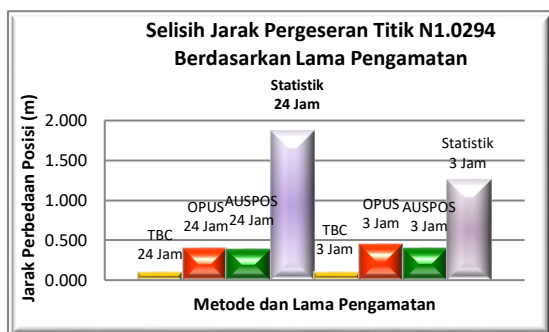
Tabel jarak (dD) dan arah (α) pergeseran posisi Titik HP.090053 terhadap deskripsi pilar (Dalam Sistem Koordinat UTM)

METODE PENGOLAHAN	dD= (dx ² +dy ²) ^{1/2}	α + Kuadran		
		°	'	"
a. Deskripsi Pilar				
b. Diferensial dengan titik ikat CORS BIG menggunakan TBC (24 Jam)	0,078	101	1	31
c. Diferensial on-line dengan OPUS (24 Jam)	0,142	111	46	47
d. Diferensial on-line dengan AUSPOS (24 Jam)	0,152	109	1	3
e. Menggunakan Statistik Posisi Absolut (24 Jam)	2,765	175	57	15
f. Diferensial dengan titik ikat CORS BIG menggunakan TBC (3 Jam)	0,113	107	30	56
g. Diferensial on-line dengan OPUS (3 Jam)	0,154	115	48	4
h. Diferensial on-line dengan AUSPOS (3 Jam)	0,141	112	8	31
i. Posisi Absolut Menggunakan Statistik (3 Jam)	1,087	184	55	43

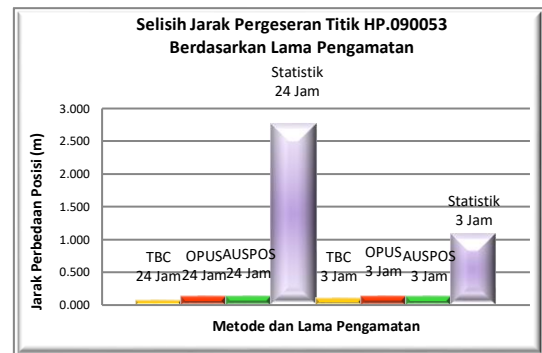
Jarak pergeseran posisi Titik HP.090053 berdasarkan hasil pengolahan secara diferensial menggunakan *software* TBC dengan titik ikat CORS BIG yang terbesar adalah 0,113 m dengan arah 107° 30' 56", hasil pengolahan secara diferensial melalui *on-line* (menggunakan layanan AUSPOS dan OPUS) dengan titik ikat CORS IGS yang terbesar adalah 0,154 m dengan arah 115° 48' 4" dan hasil pengolahan posisi absolut menggunakan metode statistik yang terbesar adalah 2.765 m dengan arah 175° 57' 15".

Grafik selisih jarak pergeseran Titik N1.0294 dan HP.090053 sesuai hasil pengolahan dari keempat metode pengolahan berdasarkan lama pengamatan 24 jam dan 3 jam masing-masing ditunjukkan pada gambar berikut:

Gambar grafik selisih jarak pergeseran posisi Titik N1.0294 dari masing-masing metode pengolahan dengan lama pengamatan 24 jam dan 3 jam



Gambar grafik selisih jarak pergeseran posisi Titik HP.090053 dari masing-masing metode pengolahan dengan lama pengamatan 24 jam dan 3 jam



3. Simpangan baku.

Tabel nilai simpangan baku (σ) titik N1.0294 berdasarkan hasil seluruh metode pengolahan dengan lama pengamatan 24 jam dan 3 jam

SESI	LAMA PENGAMATAN	E (m)	N (m)	SIMPANGAN BAKU (σ)	
				\pm E (m)	\pm N (m)
a. Hasil pengolahan secara diferensial dengan titik ikat CORS					
Sesi (1)	24 Jam	601518.339	9330636.168	0.019	0.014
Sesi (2)	3 Jam	601518.338	9330636.171	0.026	0.017
b. Hasil pengolahan secara diferensial on-line dengan AUSPOS					
Sesi (1)	24 Jam	601518.625	9330636.083	0.001	0.001
Sesi (2)	3 Jam	601518.624	9330636.052	0.006	0.003
c. Hasil pengolahan secara diferensial on-line dengan OPUS					
Sesi (1)	24 Jam	601518.631	9330636.087	0.153	0.011
Sesi (2)	3 Jam	601518.703	9330636.149	0.121	0.073
d. Hasil pengolahan posisi absolut menggunakan metode statistik					
Sesi (1)	24 Jam	601517.950	9330634.346	0.639	0.746
Sesi (2)	3 Jam	601518.427	9330634.958	0.696	0.187

Tabel nilai simpangan baku (σ) titik HP.090053 berdasarkan hasil seluruh metode pengolahan dengan lama pengamatan 24 jam dan 3 jam

SESI	LAMA PENGAMATAN	E (m)	N (m)	SIMPANGAN BAKU (σ)	
				\pm E (m)	\pm N (m)
a. Hasil pengolahan secara diferensial dengan titik ikat CORS					
Sesi (1)	24 Jam	704304.047	9322752.853	0.012	0.009
Sesi (2)	3 Jam	704304.078	9322752.834	0.002	0.002
b. Hasil pengolahan secara diferensial on-line dengan AUSPOS					
Sesi (1)	24 Jam	704304.115	9322752.818	0.001	0.001
Sesi (2)	3 Jam	704304.101	9322752.815	0.002	0.001
c. Hasil pengolahan secara diferensial on-line dengan OPUS					
Sesi (1)	24 Jam	704304.103	9322752.815	0.012	0.014
Sesi (2)	3 Jam	704304.109	9322752.801	0.024	0.003
d. Hasil pengolahan posisi absolut menggunakan metode statistik					
Sesi (1)	24 Jam	704304.166	9322750.110	0.722	1.153
Sesi (2)	3 Jam	704303.877	9322751.785	0.229	0.542

Nilai simpangan baku Titik N1.0294 dan Titik HP.090053 hasil pengolahan secara diferensial menggunakan *software* TBC dengan titik ikat CORS BIG yang terbesar adalah 2,6 cm untuk E (< 10 cm) sehingga memenuhi syarat primer IHO, hasil pengolahan secara diferensial melalui *on-line* (menggunakan layanan AUSPOS dan OPUS) dengan titik ikat CORS IGS yang terbesar adalah 15,3 cm untuk E (< 50 cm) sehingga memenuhi syarat sekunder IHO, dan hasil pengolahan posisi absolut menggunakan metode statistik yang terbesar adalah 115,3 cm untuk N sehingga memenuhi ketelitian posisi \pm 3 m (Abidin H.Z., Jones A., Kahar J., 2011).

Kesimpulan.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

a. Dalam hal survei geodetik untuk penentuan posisi titik tetap, apabila *receiver* GPS terbatas, pengamatan dapat dilaksanakan dengan hanya menggunakan satu *receiver* GPS.

b. Hasil pengolahan secara diferensial menggunakan *software* TBC dengan titik ikat CORS BIG terhadap titik N1.0294 dan HP.090053 mempunyai jarak pergeseran posisi terbesar 11,3 cm (< 50 cm) sehingga memenuhi syarat sekunder IHO dan hasil pengolahan secara diferensial melalui *on-line* (menggunakan layanan AUSPOS dan OPUS) dengan titik ikat CORS IGS mempunyai jarak pergeseran posisi terbesar 46,2 cm (< 50 cm) sehingga memenuhi syarat sekunder IHO. Jadi titik tetap hasil pengamatan secara *stand-alone* yang diolah secara diferensial dengan titik ikat CORS baik menggunakan *software* maupun secara *on-line* dapat digunakan sebagai titik ikat dalam kegiatan survei batimetri, garis pantai, maupun detail pantai.

c. Hasil pengolahan menggunakan statistik posisi absolut terhadap titik N1.0294 dan HP.090053 mempunyai jarak pergeseran posisi terbesar 2,765 m, sehingga bisa memenuhi ketelitian posisi ± 3 m (Abidin H.Z., Jones A., Kahar J., 2011). Jadi titik tetap hasil pengamatan secara *stand-alone* yang diolah menggunakan statistik posisi absolut tidak direkomendasikan untuk digunakan sebagai titik ikat dalam kegiatan survei batimetri, garis pantai, maupun detail pantai.

d. Hasil pengolahan secara diferensial dengan titik ikat CORS baik menggunakan *software* TBC maupun secara *on-line* berdasarkan lama pengamatan 24 jam dan 3 jam mempunyai selisih jarak pergeseran posisi titik N1.0294 yang terbesar adalah 5,9 sentimeter dan titik HP.090053 yang terbesar adalah 3,5 sentimeter. Lebih banyak data dengan lama pengamatan 24 jam mempunyai nilai jarak pergeseran posisi lebih kecil daripada lama pengamatan 3 jam.

e. Hasil pengolahan menggunakan statistik posisi absolut, dengan lama pengamatan 24 jam dan 3 jam mempunyai nilai selisih jarak pergeseran posisi titik N1.0294 yang terbesar adalah 62,2 cm dan titik HP.090053 yang terbesar adalah 167,8 cm. Data dengan lama pengamatan 3 jam dengan mempertimbang-

kan hasil perencanaan menggunakan modul *planning* pada *software* TBC mempunyai nilai jarak pergeseran posisi lebih kecil daripada lama pengamatan 24 jam.

f. Stasiun CORS dapat dimanfaatkan sebagai titik ikat dalam penentuan titik tetap, karena mempunyai keuntungan dalam hal efektifitas dan efisiensi waktu dan optimalisasi peralatan serta personel.

g. Kelebihan pengolahan data hasil pengamatan GPS secara *on-line* baik menggunakan layanan OPUS maupun AUSPOS bisa digunakan untuk panjang *baseline* dari beberapa kilometer hingga ribuan km, waktu relatif cepat (kurang dari 10 menit), dan lebih mudah dalam proses pengunggahan serta tanpa membayar atau gratis.

h. Untuk dapat menggunakan layanan pengolahan data GPS secara *on-line*, spesifikasi minimum *receiver* GPS yang digunakan adalah tipe geodetik dua frekuensi.

Saran.

a. Perlu adanya penelitian lanjutan dengan lebih banyak variasi titik dan variasi lama pengamatan, agar pemanfaatan CORS sebagai titik kontrol dalam kegiatan survei geodetik lebih optimal.

b. Dalam penelitian ini *receiver* GPS yang digunakan hanya mampu menerima sinyal dari satelit-satelit GPS, perlu adanya penelitian lanjutan menggunakan *receiver* GPS yang mampu menerima sinyal dari satelit-satelit selain GPS (satelit-satelit GNSS).

Daftar Pustaka.

Abidin, H.Z. (1994, 1996). Modul-8 Perencanaan dan Persiapan Survei GPS. ITB, Bandung.

Abidin, H.Z. (1996). Pengolahan Data Survei GPS. ITB. Bandung.

Abidin, H.Z. (2007). Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya. Cetakan Ketiga. PT Pradnya Paramita. Jakarta.

Abidin, H.Z. (2007). *Modul-3 GPS Positioning*. ITB. Bandung.

Abidin, H.Z., C. Subarya, B. Muslim, F.H. Adiyanto, I. Meilano, H. Andreas, I. Gumilar. (April 2010). *The Applications of GPS CORS in Indonesia: Status, Prospect and Limitation. Paper presented at the FIG Congress 2010,*

Building the Capacity - Sydney, Australia.
http://www.fig.net/pub/fig2010/papers/ts06c\ts06c_abidin_subarya_et_al_3924.pdf

Abidin H.Z., Jones A., Kahar J. (2011). *Survei Dengan GPS*. ITB. Bandung.

Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal). (2002). *Jaring Kontrol Horizontal (SNI 19-6724-2002)*. Bogor.

Djunarsjah E. (2004). *Penentuan Posisi Metode Satelit*. ITB. Bandung.

Geoscience Australia. (9 September 2013). *AUSPOS - Online GPS Processing Service. Australia*.
<http://www.ga.gov.au/earth-monitoring/geodesy/auspos-online-gps-processing-service.html>.

Ghoddousi R., Dare P.F. (30 Juni 2005). *Online GPS processing services: an initial study. Engineering, Geodetic Research Laboratory, University of New Brunswick, Canada.*
http://folk.uio.no/treiken/GEO4530/Online_GPS_positioning_services.pdf.

IHO Standards for Hydrographic Surveys 4th Edition. (1998). *Special Publication No. 44*.

IHO Standards for Hydrographic Surveys 5th Edition. (2008). *Special Publication No. 44*.

International GNSS Service. (13 Mei 2010). *The IGS Tracking Network. IGS Central Bureau*.

Mikhail, E. M., dan Gordon Gracie. (1981). *Analysis and Adjustment of Survey Measurement*. New York: Van Nostrand Reinhold Company, Inc.

National Geodetic Survey. (15 Juli 2013). *What is OPUS? Washington DC, USA*.
http://www.ngs.noaa.gov/OPUS/about.jsp#rinx_file.

Sudarman. *Catatan Kuliah Teori Kesalahan*. ITB. Bandung.

Sudarman. *Catatan Kuliah Proyeksi Peta*. ITB. Bandung.

Trimble Navigation Limited. (2011). *Trimble Business Center Version 2.50 Tutorials*. Ohio. USA.

Trimble Navigation Limited. (Oktober 2010). *TRIMBLE HYDROPRO 2.40 user guide*. Ohio. USA.

