

**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, Sudarman², Johar Setiyadi³, Trijoko⁴

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

²Peneliti dari Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan ITB

³Dosen Tetap Prodi D-III Hidro-Oseanografi, STTAL

⁴Peneliti dari Pusat 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. 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), diolah secara on-line melalui layanan AUSPOS dan OPUS serta diolah secara statistik posisi absolut.

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. 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) point connective using Trimble Business Center (TBC) software and on-line processing using the AUSPOS and OPUS, and also processed using statistics the absolute position.

Latar Belakang

Perkembangan teknologi pada 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).

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.

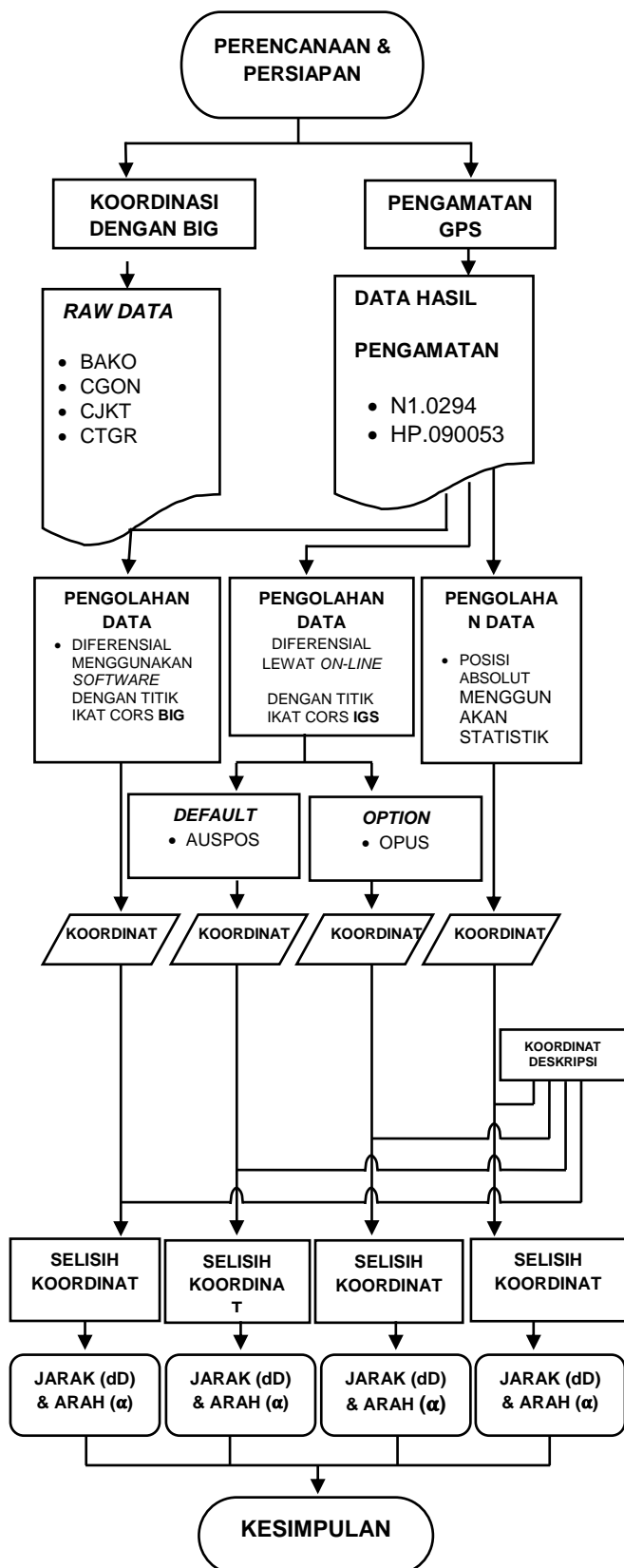
Maksud dan Tujuan

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.

Metodologi

Mempelajari tentang CORS dan melaksanakan pengolahan data GPS menggunakan Software TBC (*Trimble Business Center*), secara *on-line* melalui website AUSPOS dan OPUS serta menggunakan statistik.

Alur Pikir Penelitian



Waktu dan Lama Pengamatan

Waktu dan lama pengamatan akan mempengaruhi tidak hanya ketelitian posisi yang diperoleh tetapi juga tingkat kesuksesan dari penentuan ambiguitas fase sinyal GPS serta efek dan proses penjalaran dari kesalahan dan bias terhadap ketelitian posisi.

Tabel Contoh selang waktu pengamatan *baseline* GPS

Jumlah Satelit (GDOP < 8)	Panjang <i>Baseline</i> (km)	Siang Hari (menit)	Malam Hari (menit)
Statik Singkat			
4 atau 5	< 5	5 - 10	5
4 atau 5	5 - 10	10 - 20	5 - 10
4 atau 5	10 - 15	> 30	5 - 20
Statik			
4 atau 5	15 - 30	60 - 120	60
4 atau 5	> 30	120 - 180	120

Sumber: Abidin H.Z., Jones A., Kahar J., 2011

Tabel Contoh selang waktu pengamatan *baseline* GPS

Panjang <i>Baseline</i> (km)	Metode Pengamatan	Lama Pengamatan (hanya L1)	Lama Pengamatan (L1 dan L2)
0 - 5	<i>Stop-and-Go</i>	2 menit	2 menit
0 - 5	Statik Singkat	30 menit	15 menit
5 - 10	Statik Singkat	50 menit	25 menit
10 - 30	Statik	90 menit	60 menit
30 - 50	Statik	180 menit	120 menit

Sumber: Abidin H.Z., Jones A., Kahar J., 2011

Beberapa website pengolahan data GPS *on-line* seperti yang ditunjukkan pada Gambar

On-line GPS Data Processing Software

- It provides users with the facility to submit dual frequency geodetic quality GPS RINEX data observed in a 'static' mode, to website-based GPS processing system and the user receive rapid turn-around ITRF coordinates.
- It is a FREE service.
- This service takes advantage of both the IGS Stations Network and the IGS product range, and works with data collected anywhere on Earth.

Examples :

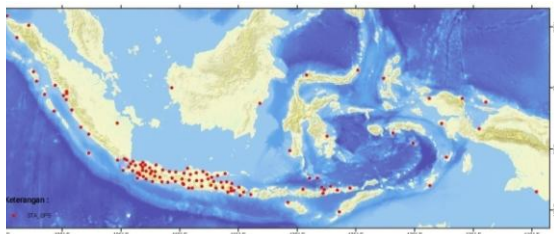
AUSPOS : <http://www.ga.gov.au/geodesy/sgc/wwwgps/>
CSRS-PPP : http://www.geod.nrcan.gc.ca/ppp_e.php
SCOUT : <http://sopac.ucsd.edu/cgi-bin/SCOUT.cgi>
AUTO GIPSY : <http://milhouse.jpl.nasa.gov/ag/>
OPUS : <http://www.ngs.noaa.gov/OPUS/>

Hasanuddin Z. Abidin, 2006

Sumber: Abidin H.Z., 2006

Continuously Operating Reference Stations (CORS)

CORS adalah suatu teknologi berbasis *Global Navigation Satellite System* (GNSS) yang berwujud sebagai suatu jaring kerangka geodetik yang pada setiap titiknya dilengkapi dengan *receiver* yang mampu menangkap sinyal dari satelit-satelit GNSS yang beroperasi secara penuh dan kontinyu selama 24 jam perhari, 7 hari per pekan dengan mengumpulkan, merekam, mengirim data, dan memungkinkan para pengguna (*users*) memanfaatkan data dalam penentuan posisi, baik secara *post processing* maupun secara *real time*. Sebaran stasiun CORS milik BIG ditunjukkan pada Gambar di bawah ini

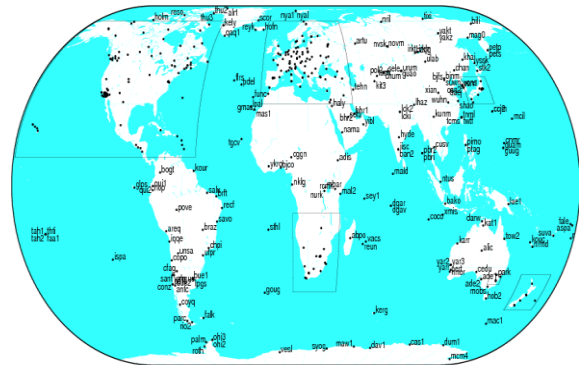


Sumber: BIG, 2013

Gambar Sebaran stasiun CORS BIG di Indonesia

Data stasiun CORS beberapa negara di dunia diolah dan dikelola oleh *International GNSS Service* (IGS). IGS adalah suatu organisasi

internasional kumpulan dari agensi di seluruh dunia yang mengumpulkan sumber dan data permanen dari stasiun GNSS dan memelihara sistem GNSS. IGS menangani dua stasiun GNSS, yaitu GPS dan GLONASS. Sebaran stasiun CORS IGS ditunjukkan pada Gambar di bawah ini



Sumber:

<http://igscb.jpl.nasa.gov/network/complete.html>

PELAKSANAAN PENELITIAN

Tahap kegiatan penelitian sebagai berikut :

Persiapan Pengamatan

Survei pendahuluan untuk menentukan lokasi dan obyek penelitian mendesain pengamatan serta peminjaman dan pengecekan peralatan. Menyiapkan lembar pengamatan, deskripsi pilar, dan lembar pemeriksaan titik.

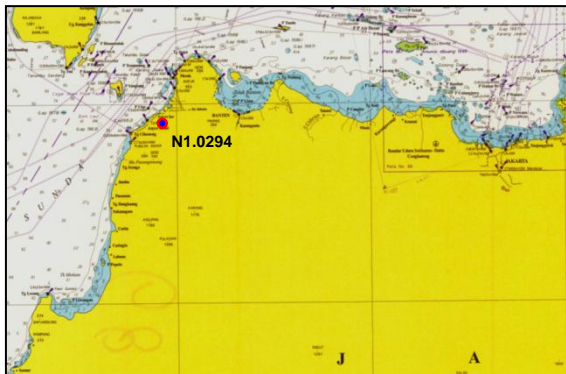
Peninjauan Lapangan dan Koordinasi

Survei pendahuluan akan 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 koordinasi dengan pemilik atau pengelola lokasi untuk mendapatkan ijin, juga dilaksanakan koordinasi dengan BIG untuk permintaan data stasiun CORS dan deskripsi pilar N1.0294. Stasiun-stasiun CORS yang

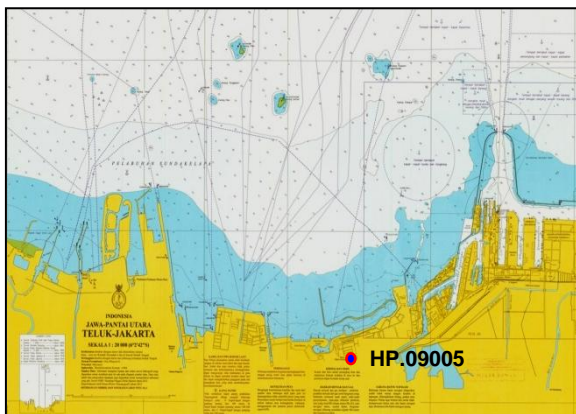
digunakan sebagai titik ikat dipilih dengan pertimbangan yang terdekat dengan titik yang akan ditentukan posisinya, meliputi: Data stasiun BAKO dan CGON tanggal 27 s.d. 28 Juli 2013 sebagai titik ikat N1.0294. Data stasiun CJKT dan CTGR tanggal 17 s.d. 18 Agustus 2013 sebagai titik ikat HP.090053.

Sketsa dan Strategi Pengamatan

Dalam menentukan sketsa 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. Berdasarkan hasil survei pendahuluan dengan pertimbangan tersebut, titik N1.0294 dan titik HP.090053 layak untuk dilaksanakan pengukuran atau pengamatan.



Gambar Sketsa pengamatan titik N1.0294



Gambar Sketsa pengamatan titik HP.090053

Referensi peta laut yang digunakan untuk mendesain sketsa pengamatan adalah Peta Laut Nomor 68 Jawa Bagian Barat Sekala 1:500.000 keluaran Oktober 2004 dan Peta Laut Nomor 86A Jawa-Pantai Utara Teluk Jakarta Sekala 1:20.000 keluaran Desember 2012.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Satu set *receiver* GPS Trimble 5700, Satu set laptop merk *Toshiba Core i3* dengan *operating system Windows XP 32 bit*, kendaraan bermotor dan kamera. Perangkat lunak yang di gunakan pada waktu pengumpulan data di lapangan, pengolahan data hasil pengamatan hingga penulisan : GPS Configurator untuk setting *receiver* GPS. Automatic Data Logging (ADL) HIDROpro untuk merekam real time report data posisi dan menampilkan sebaran posisinya. *Notepad* dan *Ms. Excel* untuk menyimpan dan mengolah data hasil *real time report* dari HIDROpro, *Ms. Word* sebagai sarana penulisan laporan. *Trimble Data Transfer* untuk men-*download raw data* hasil pengamatan. TBC untuk membuat rencana pengamatan (planning) satelit dan mengolah data hasil pengamatan untuk mendapatkan koordinat titik yang diamati. Convert to RINEX untuk mengkonversi raw data dari format DAT ke Receiver Independent Exchange Format (RINEX). *Coordinat Calculator* untuk menghitung koordinat hasil pengolahan ke sistem koordinat UTM, geodetik, maupun kartesian (X, Y, Z). Akses internet layanan AUSPOS dan OPUS untuk mengolah data hasil pengamatan GPS secara on-line.

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)

Pengolahan Data Hasil Pengamatan

Pengolahan data dilaksanakan dengan tiga metode; pengolahan secara diferensial menggunakan *software* dengan titik ikat CORS BIG, pengolahan secara diferensial *on-line* dengan titik ikat CORS IGS, dan pengolahan posisi absolut menggunakan metode statistik. Proses pengolahan data dapat dijabarkan sebagai berikut:

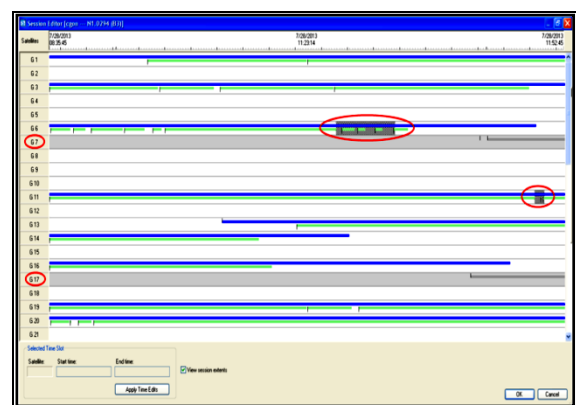
a. Pengolahan Secara Diferensial dengan Titik Ikat CORS BIG Menggunakan Software.

Software yang digunakan pada metode pengolahan ini adalah *software* TBC. Untuk pengolahan secara diferensial titik ikat yang digunakan adalah CORS BIG. Proses pengolahannya dimulai dengan membuat suatu *project* baru, menulis nama *project*, dan parameter-parameter lainnya, seperti: nama survei, nama operator, sistem proyeksi koordinat, dan referensi vertikal *project* tersebut. Parameter sistem proyeksi pada daerah penelitian adalah *Universal Transverse Mercator* (UTM) dengan Zona 48 Selatan, meridian tengah ($B_0 = 105^\circ$) dan datum WGS 84. Sedangkan untuk referensi vertikal tidak menggunakan model *geoid* apapun. 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. Setelah data masuk ke dalam *project* proses selanjutnya adalah memberi nama titik, nama antenna, jenis antenna, jenis *receiver*, metode pengukuran tinggi antenna, tinggi antenna, nomor seri *receiver*, dan nomor seri antenna.

Setelah data tersebut diisikan akan tampil *Potential Baseline* atau *baseline* yang siap untuk diolah. Pengukuran ini menghasilkan 3 *Potential Baseline*. Proses pengolahan *baseline*, dalam penelitian ini dilaksanakan *baseline per baseline* dengan menggunakan strategi hitungan *double difference* untuk mendapatkan solusi *baseline*.

- Analisis terhadap rekaman data, 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

b. Menentukan parameter pengolahan *baseline*

Penentuan parameter *baseline* didasarkan pada ketersediaan data yang

diamati seperti jenis sinyal (*broadcast* atau *precise*), frekuensi, elevasi, dan tipe solusi. Penentuan parameter tersebut pada menu *project setting*, pilih *baseline processing*. 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.

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. Dalam proses pengunggahan data tersebut diberikan banyak pilihan dalam strategi pengolahan data. Layanan yang digunakan pada pengolahan secara *on-line* dipilih dengan pertimbangan dari beberapa teori (Abidin H.Z.: *On-line GPS Data Processing Software*, 2006) serta dapat

memberikan beberapa pilihan, yaitu: *default* dan *option*.

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. Data-data yang harus diisikan pada proses pengunggahan selain *raw data* pengamatan, yaitu: tinggi antena, jenis antena, dan alamat *email*. 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*. *Software* ini merupakan aplikasi tambahan yang terdapat pada *Utilities Software TBC*. Setelah semua data yang diperlukan diisikan, kemudian tekan "*Submit*" untuk mengirim data agar diproses oleh layanan. Beberapa menit kemudian (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.

Option

Layanan yang digunakan pada metode pengolahan ini adalah layanan OPUS, alamat *website* yang tersedia yaitu:

<http://www.ngs.noaa.gov/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. Pada layanan ini stasiun-stasiun CORS yang akan digunakan sebagai titik ikat dapat dipilih sendiri oleh pengguna dengan memilih menu "Option", kemudian mengisi nama stasiun CORS pada kolom "Base stations use."

Pengolahan Posisi Absolut Menggunakan Metode Statistik

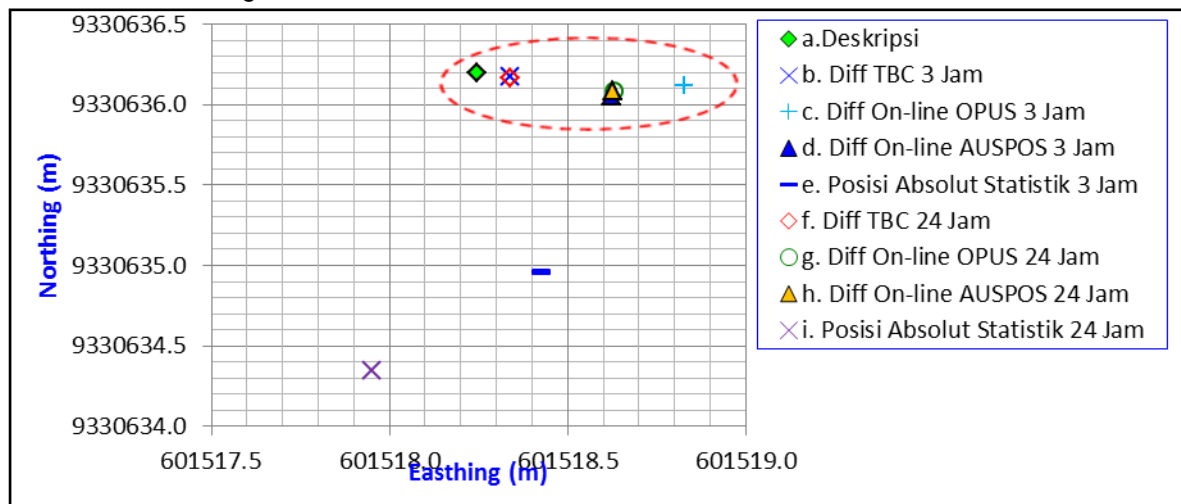
Pada pengolahan ini digunakan *Microsoft Excel* sebagai sarana penghitungan seluruh *epoch* data pengamatan (interval data 15 detik) titik N1.0294 dan HP.090053 dengan lama pengamatan 24 jam dan 3 jam untuk mendapatkan nilai simpangan baku menggunakan persamaan. Setelah didapatkan nilai simpangan baku,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

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.



Jarak dan Arah Pergeseran Posisi

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

METODE PENGOLAHAN	E (m)	N (m)	h (m)	dX= X' - X	dY= Y' - Y	dD= (dX ² +dY ²) ^{1/2}	α + Kuadran		
							o	'	"
a. Deskripsi Pilar	601518,244	9330636,201	17,731						
b. Diferensial dengan titik ikat CORS BIG menggunakan TBC (24 Jam)	601518,339	9330636,168	17,458	0,095	-0,033	0,100	109	6	39
c. Diferensial on-line dengan OPUS (24 Jam)	601518,631	9330636,087	17,552	0,387	-0,114	0,403	106	24	2
d. Diferensial on-line dengan AUSPOS (24 Jam)	601518,625	9330636,083	17,634	0,381	-0,118	0,399	107	11	44
e. Menggunakan Statistik Posisi Absolut (24 Jam)	601517,950	9330634,346	20,404	-0,294	-1,855	1,878	189	0	54
f. Diferensial dengan titik ikat CORS BIG menggunakan TBC (3 Jam)	601518,338	9330636,171	17,719	0,094	-0,030	0,098	107	39	1
g. Diferensial on-line dengan OPUS (3 Jam)	601518,703	9330636,149	16,660	0,459	-0,052	0,462	96	26	46
h. Diferensial on-line dengan AUSPOS (3 Jam)	601518,624	9330636,052	17,575	0,380	-0,149	0,408	111	23	27
i. Posisi Absolut Menggunakan Statistik (3 Jam)	601518,427	9330634,958	23,485	0,183	-1,243	1,256	171	37	15

Tabel di atas menunjukkan bahwa jarak pergeseran posisi Titik N1.0294 berdasarkan hasil pengolahan secara diferensial menggunakan *software* TBC dengan titik ikat CORS BIG yang terbesar adalah 0,100 meter dengan arah 109° 6' 39", hasil pengolahan secara diferensial melalui *on-line*

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 sentimeter (< 50 sentimeter) 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 sentimeter (< 50 sentimeter) sehingga memenuhi syarat sekunder IHO. Jadi

(menggunakan layanan AUSPOS dan OPUS) dengan titik ikat CORS IGS yang terbesar adalah 0,462 meter dengan arah 96° 26' 46" dan hasil pengolahan posisi absolut menggunakan metode statistik yang terbesar adalah 1,878 meter dengan arah 189° 0' 54".

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 meter, sehingga bisa memenuhi ketelitian posisi ± 3 meter (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 sentimeter dan titik HP.090053 yang terbesar adalah 167,8 sentimeter. Data dengan lama pengamatan 3 jam dengan mempertimbangkan 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 kilometer, waktu relatif cepat (kurang dari 10 menit), dan lebih mudah

dalam proses pengunggahan serta tanpa berbayar atau gratis.

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

DAFTAR REFERENSI

- 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/t_s06c\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). Jaringan 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#rinex_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.