

STUDI KOMPARASI PENGOLAHAN DATA GLOBAL POSITIONING SYSTEM MENGUNAKAN PERANGKAT LUNAK KOMERSIAL DAN PERANGKAT LUNAK ILMIAH

Windu Tri Kurniawan Hidayat¹, Sudarman², Ahmad Lufti Ibrahim³, 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 Dinas Hidro-Oseanografi TNI AL

ABSTRAK

Titik kontrol yang ada di seluruh wilayah Nusantara masih belum tersebar secara merata, dan juga kerapatannya belum optimal. Sehingga tidak jarang ketika melakukan survei GPS akan menggunakan *baseline* yang panjang. Banyak sekali tim survei dihadapkan dengan keberadaan titik referensi survei GPS yang berjarak ratusan kilometer (km) dari wilayah survei, sehingga *baseline* yang dibentuk ketika proses survei GPS jaraknya lebih dari 100 km. Dalam pelaksanaan survei yang dilakukan oleh Dinas Hidro-Oseanografi (Dishidros) selama ini untuk pengolahan data survei GPS masih menggunakan perangkat lunak komersial. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) Jaring Kontrol Horizontal untuk jarak tipikal antartitik yang berdampingan dalam jaring < 10 km untuk pengolahan datanya dengan menggunakan perangkat lunak komersial, sedangkan untuk jarak tipikal antartitik yang berdampingan dalam jaring > 10 km untuk pengolahan datanya menggunakan perangkat lunak ilmiah.

Dalam penelitian ini, kegiatan penentuan posisi dilakukan dengan menentukan koordinat titik yang jarak antartitik dalam jaring < 10 km dan jarak antartitik dalam jaring > 10 km. Penentuan posisi untuk jarak antartitik dalam jaring < 10 km dilakukan dengan menggunakan data pengamatan dua *receiver* GPS Trimble 5700 dan stasiun CORS dengan waktu pengamatan 2 jam, sedangkan untuk jarak antartitik > 10 km menggunakan data stasiun CORS dengan waktu pengamatan 24 jam. Selanjutnya melakukan pengolahan menggunakan perangkat lunak komersial dan ilmiah.

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hasil pengolahan data GPS menggunakan perangkat lunak komersial untuk menentukan koordinat *definitif* suatu titik dengan jarak antartitik < 10 km dengan waktu pengamatan 2 jam diperoleh nilai pergeseran terhadap deskripsi titik BJKU sebesar 0,220 m dan untuk menentukan koordinat *definitif* suatu titik dengan jarak antartitik > 10 km dengan waktu pengamatan 24 jam diperoleh nilai pergeseran terhadap deskripsi titik BAKO sebesar 0,031 m. Sedangkan hasil pengolahan data GPS menggunakan perangkat lunak ilmiah untuk menentukan koordinat *definitif* suatu titik dengan jarak antartitik < 10 km dengan waktu pengamatan 2 jam diperoleh nilai pergeseran terhadap deskripsi titik BJKU sebesar 0,029 m dan untuk jarak antartitik > 10 km dengan waktu pengamatan 24 jam diperoleh nilai pergeseran terhadap deskripsi titik BAKO sebesar 0,028 m.

Kata kunci: perangkat lunak komersial, perangkat lunak ilmiah, jarak antartitik < 10 km, jarak antartitik >10 km, dan selisih koordinat nilai pergeseran titik.

ABSTRACT

Control points in all area Nusantara still not distributed evenly, and also its density not optimal. So not uncommon when conducting a survey of gps would use long baseline. A lot of the survey team faced with the reference point located survey gps hundreds of kilometers (km) of the survey formed when the process so the baseline survey GPS jnt is more than 100 km. In the implementation of the survey by the Departement Hidro-Oseanografi (Dishidros) during this to data processing a survey of GPS still use commercial software. Based on the Indonesian National Standard (SNI) Net Horizontal Control, for distances between point adjoining in net typical < 10 km to the data processing using software commercial, while for distances between point adjoining in net typical > 10 km to the data processing using software commercial.

In this research, activity undertaken determination position the determination of the activities done to determine the coordinates of a point for distances between point adjoining in net typical < 10

km and distances between point adjoining in net typical > 10 km. Determination position for distances between point adjoining in net typical < 10 km is to use the data two receiver GPS Trimble 5700 and CORS with time 2 hours, while distances between point adjoining in net typical > 10 km is to use the CORS data with time 24 hours. Next to the processing using software commercial and scientific.

Based on the results of this research shows that the results of data processing GPS using software commercial to determine coordinate definitive a point with distances between point < 10 km with time observation 2 hours obtained the value of a shift against description of the point BJKU at 0,220 meters and to determine coordinate definitive a point with distances between point > 10 km with time observation 24 hours obtained the value of a shift against description of the point BAKO at 0,031 meters. While the results GPS data processing using software scientifically to determine coordinate definitive a point with distances between point < 10 km with time observation 2 hours obtained the value of a shift against description point of BJKU at 0,029 meters and to determine coordinate definitive a point with distances between point > 10 km with time observation 24 hours obtained the value of a shift against description of the point BAKO at 0,028 meters.

Key word : *commercial software, scientific software, distance a between point < 10 km, distance a between point > 10 km, and coordinates are shifting points of difference.*

Latar Belakang.

Dinas Hidro-Oseanografi (Dishidros) TNI AL merupakan Lembaga Hidrografi Nasional yang mewakili pemerintah Indonesia pada *International Hydrographic Organization* (IHO). Berdasarkan Peraturan Presiden No. 10 Tahun 2009 pasal 109 ayat 1, tugas Dishidros adalah menyelenggarakan kegiatan Hidro-Oseanografi yang meliputi survei, penelitian, pemetaan laut, publikasi, penerapan lingkungan laut, dan keselamatan navigasi pelayaran baik untuk kepentingan TNI maupun untuk kepentingan umum.

Salah satu kegiatan survei yang dilakukan oleh Dishidros adalah survei penentuan posisi yang berbasis satelit atau sering disebut dengan survei *Global Positioning System* (GPS). Untuk mendapatkan ketelitian yang tinggi dalam menentukan posisi, survei GPS memerlukan suatu titik kontrol atau titik referensi. Representasi titik-titik kontrol di lapangan berupa *Bench Mark* atau tugu yang memiliki nilai koordinat yang *definitif* baik dalam sistem koordinat geodetik atau sistem koordinat proyeksi *Universal Transfer Mercator* (UTM). Kenyataan yang ada sekarang ini, titik kontrol masih belum tersebar secara merata di seluruh wilayah Nusantara dan juga kerapatannya belum optimal.

Dengan status keberadaan titik kontrol yang belum tertata secara merata dan optimal di seluruh wilayah Nusantara ini, sehingga tidak jarang ketika melakukan survei GPS akan menggunakan *baseline* yang panjang. Banyak sekali tim survei dihadapkan dengan keberadaan titik referensi survei GPS yang berjarak ratusan kilometer dari wilayah survei, sehingga *baseline* yang dibentuk ketika proses survei GPS jaraknya lebih dari seratus kilometer.

Dalam pelaksanaan survei yang dilakukan oleh Dishidros selama ini untuk pengolahan data survei GPS masih menggunakan perangkat lunak komersial. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) Jaringan Kontrol Horizontal untuk jarak tipikal antartitik yang berdampingan dalam jaringan kurang dari 10 km untuk pengolahan datanya dengan menggunakan perangkat lunak komersial, sedangkan untuk jarak tipikal antartitik yang berdampingan dalam jaringan lebih dari 10 km untuk pengolahan datanya dengan menggunakan perangkat lunak ilmiah.

Untuk mengolah data survei GPS, pada prinsipnya ada dua jenis perangkat lunak yang dapat digunakan, yaitu perangkat lunak

komersial yang dikeluarkan oleh perusahaan-perusahaan *receiver* GPS, seperti *Leica Geo Office* (LGO), *Trimble Business Center* (TBC), dan *Topcon Tools*, dan perangkat lunak ilmiah yang dikeluarkan lembaga-lembaga penelitian atau universitas, seperti BERNESE (oleh *University of Bern*), GAMIT oleh *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), dan GEODYN oleh *National Aeronautics and Space Administration* (NASA).

Berdasarkan kedua jenis perangkat lunak tersebut tentunya memiliki nilai ketelitian berbeda yang berimplementasi pada kelebihan dan kekurangan pada masing-masing perangkat lunak. Oleh sebab itu penulis terdorong untuk melakukan penelitian ini tentang perbedaan pengolahan data survei GPS dengan menggunakan perangkat lunak komersial TBC dan perangkat lunak ilmiah BERNESE.

Maksud dan Tujuan.

Maksud penelitian ini adalah melakukan studi pada dua metode pengolahan data GPS menggunakan perangkat lunak komersial dan ilmiah. Sedangkan tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui selisih koordinat nilai pergeseran titik tetap pada jarak tipikal antar titik berdampingan dalam jaringan < 10 km dan jarak tipikal antartitik berdampingan dalam jaringan > 10 km yang diolah menggunakan dua metode pengolahan data GPS yaitu, perangkat lunak komersial *Trimble Business Center* (TBC) dan perangkat lunak ilmiah BERNESE.

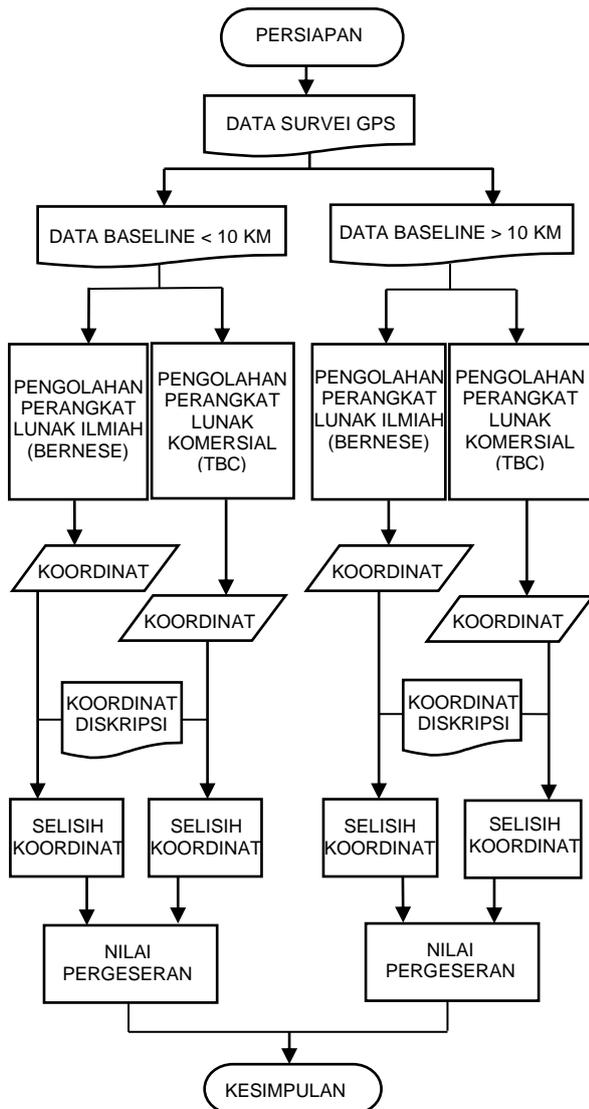
Ruang Lingkup.

Pada penelitian ini, penulis memberikan batasan sebagai berikut :

a. Melaksanakan pengolahan data Survei GPS menggunakan perangkat lunak komersial (TBC) dan perangkat lunak ilmiah (BERNESE).

b. Data yang digunakan untuk menentukan titik tetap yang mempunyai jarak tipikal antartitik yang berdampingan dalam jaringan < 10 km adalah data pengamatan titik menggunakan *receiver* GPS *Trimble 5700* dan data CORS, sedangkan data jarak tipikal antartitik yang berdampingan dalam jaringan > 10 km adalah data CORS.

Alur Pikir Penelitian.



PELAKSANAAN PENELITIAN

Tahap kegiatan penelitian sebagai berikut :

Penentuan posisi.

Dalam penelitian ini, kegiatan penentuan posisi dilakukan dengan menentukan koordinat titik yang jarak antartitik dalam jaringan < 10 km dan jarak antartitik dalam jaringan > 10 km. Penentuan posisi untuk jarak antartitik dalam jaringan < 10 km dilakukan menggunakan data pengamatan dua receiver GPS Trimble 5700 dan stasiun CORS, sedangkan untuk jarak antartitik dalam jaringan > 10 km menggunakan data stasiun CORS.

Survei pendahuluan menghasilkan informasi lokasi titik, obstruksi, keadaan fisik titik atau pilar, aksesibilitas titik, ketersediaan tenaga listrik, dan koordinasi dengan pengelola lokasi.

Koordinasi dengan pengelola lokasi dilakukan untuk mendapatkan izin untuk menentukan lokasi penelitian. Untuk mendapatkan diskripsi titik dalam penelitian ini dilakukan dengan *download* pada *website* <http://srqi.big.go.id/peta/jkg.isp>.

Dalam menentukan sketsa pengamatan titik-titik yang akan digunakan sebagai obyek penelitian, sebagai pertimbangan adalah jarak antartitik dalam jaringan < 10 km dan jarak antartitik dalam jaringan > 10 km.

Gambar SKETSA pengamatan jarak antartitik dalam jaringan < 10 km



Gambar SKETSA pengamatan jarak antartitik dalam jaringan > 10 km



Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua bagian yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras digunakan dalam pengumpulan data dan pengolahan data hasil pengamatan di lapangan, meliputi: Dua set receiver GPS Trimble 5700, satu laptop merk DELL Core i3 dengan operating system Windows 7 Ultime untuk pengolahan data perangkat lunak komersial dan satu Personal Computer (PC) DELL milik BIG dengan operating system Linux Centos 6.0 untuk pengolahan data perangkat lunak ilmiah, kendaraan bermotor dan kamera. Perangkat lunak yang digunakan pada waktu pengumpulan data di lapangan, pengolahan

data hasil pengamatan hingga penulisan: *GPS Configurator* untuk *setting receiver* GPS, *Ms. Excel* untuk menghitung nilai pergeseran titik, *Ms. Word* sebagai sarana penulisan laporan, *Trimble Data Transfer* untuk men-download *raw data* hasil pengamatan, *TBC* untuk mengolah data hasil pengamatan untuk mendapatkan koordinat titik yang diamati, *BERNESE* untuk 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), dan akses internet layanan *CORS*, *BERNESE*, *International GNSS Service (IGS)*, dan *Onsala Space Obsevatory (OSO)* untuk mendapatkan data.

Pelaksanaan Pengamatan.

Pengamatan dilaksanakan pada tanggal 28 Agustus 2014, dengan metode statik terhadap titik dengan jarak dalam jaringan < 10 km. Titik yang dilakukan pengamatan dengan *receiver* GPS Trimble 5700 adalah titik OSDK dan JKU10, sedangkan titik BJKU adalah stasiun CORS milik Badan Pertanahan Nasional. Pada penelitian untuk jarak antartitik dalam jaringan > 10 km menggunakan data stasiun CORS BAKO, CMAK, dan CPDG milik Badan Informasi Geospasial (BIG) pada tanggal 23 September 2014.

Untuk mendapatkan data stasiun CORS milik BIG saat ini bisa dilakukan dengan cara men-download pada <http://inacors.big.go.id> dengan melakukan registrasi terlebih dahulu, data stasiun CORS yang didapatkan dalam bentuk data RINEX.

Pengolahan Data.

a. Perangkat Lunak Komersial TBC.

Proses pengolahan data GPS menggunakan perangkat lunak TBC dimulai dengan membuat suatu *project* baru, menulis nama *project*, dan parameter-parameter lainnya, seperti: nama survei, nama operator, sistem koordinat proyeksi, dan referensi vertikal *project* tersebut. Sistem koordinat proyeksi pada daerah penelitian adalah *Universal Transverse Mercator (UTM)* dengan Zona 48 Selatan dan datum WGS 84. Sedangkan untuk referensi vertikal tidak menggunakan model geoid apapun.

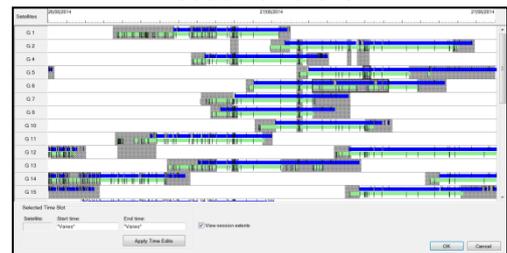
Setelah parameter-parameter yang diperlukan ditentukan kemudian *importing raw data* pengamatan dan data CORS yang

digunakan sebagai titik referensi. *Raw data* CORS yang digunakan merupakan data sekunder yang didapatkan dari instansi BIG selaku pengelola CORS. Untuk data pengamatan RINEX yang di *import* terdiri atas dua *file* yaitu *file* navigasi (bjku2400.14n) dan observasi (bjku2400.14o). Setelah data masuk ke dalam *project* proses selanjutnya adalah memberi nama titik, nama antena, jenis antena, jenis *receiver*, metode pengukuran tinggi antena, tinggi antena, nomor seri *receiver*, dan nomor seri antena sesuai dengan lembar pengamatan.

Setelah data tersebut diisikan akan tampil *Potential Baseline* atau *baseline* yang siap untuk diolah. 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:

- Analisis terhadap rekaman data, meliputi : Pendeteksian dan pengkoreksian *cycle slips*, sinyal yang pendek tidak diikutsertakan dalam pengolahan, dan rekaman data yang hanya diterima oleh satu *receiver* harus dilaksanakan eliminasi.

Gambar 3.18 *Session editor* sudah dikoreksi



- 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*, memilih *baseline processing*.

Setelah penentuan parameter tersebut ditetapkan, kemudian dilaksanakan pengolahan *baseline* per *baseline*. 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 perhitungan perataan jaringan (*network adjustment*) untuk mendapatkan koordinat final titik-titik dalam jaringan GPS.

b. Perangkat Lunak Ilmiah Bernese.

Perangkat lunak ilmiah BERNESE yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *Office System Linux Centos 6*. Pada pengolahan data GPS menggunakan BERNESE melalui tahapan persiapan, tahapan pra pengolahan, dan tahapan pengolahan. Apabila perangkat lunak BERNESE 5.0 sudah ter-*instal* dalam direktori sistem terdapat 4 *folder* baru yaitu: *Folder* BERN50, *Folder* GPSPDATA, *Folder* GPSUSER, dan *Folder* GPSTEMP.

- Tahapan persiapan.

Dalam tahap ini merupakan tahapan yang dilakukan sebelum melakukan pengolahan BERNESE untuk menyiapkan *folder* serta data parameter koreksi yang dibutuhkan dalam pengolahan BERNESE. Membuka *website*

<ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/GEN/>, *download* semua data kecuali data .SAT hanya pada tahun terakhir dan semua data tersebut disimpan pada *folder* BERN50 → GEN.

Pada *folder* GPSPDATA, buat *folder* nama pekerjaan pengolahan data GPS, pada *folder* tersebut dibuat *folder* baru lagi dengan nama-nama sebagai berikut: ATM, BPE, OBS, ORB, ORX, OUT, RAW, SQL, dan STA.

Pada *folder* RAW dimasukkan data RINEX pengamatan GPS, memberi nama menggunakan huruf kapital sesuai dengan format contoh, BAKO2320.14O (BAKO menunjukkan nama titik pengamatan GPS, 232 menunjukkan hari pengamatan, 0 menunjukkan sesi pengamatan, 14 menunjukkan tahun pengamatan dan O menunjukkan jenis data).

Pada *folder* STA buat beberapa *file* yang sesuai pada format yang disediakan pada *folder* EXAMPLE. *File-file* yang harus dibuat adalah *file* SES, ABB, CRD, dan BLQ. Untuk *file* CRD dengan memasukkan nama dan nilai koordinat pendekatan titik pengamatan yang akan diolah. Sedangkan *file* BLQ di-*download* dari *website* www.oso.chalmers.se/~loading. Sesuai dengan lokasi titik dan tanggal pengamatan, untuk men - *download file*

BLQ harus menggunakan *e-mail* resmi milik pemerintah, contoh windu.tri@big.go.id.

Pada *folder* ORB dimasukkan data hasil *download*, untuk data ERP di-*download* pada *website* <ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/ORB/> berdasarkan tanggal pengamatan, apabila sesuai tanggal pengamatan tidak ada, maka pada *website* ini menyediakan data perediksi pada *file* BULLET A.ERP. Data *file* SP3 dapat di-*download* pada *website* http://igsceb.jpl.nasa.gov/components/prods_cb.html, data di-*download* berdasarkan nilai *weekday* yang ada pada BERNESE contoh untuk tanggal 23 September 2014 perhitungan *weekday* 1812.

- Tahapan pra pengolahan.

Tahap pra pengolahan ini yang dilakukan adalah membuat *file-file* koreksi.

Membuat *project*/pekerjaan baru pada perangkat lunak BERNESE 5.0, dengan memilih **Campaign** → **Edit List of Campaigns** memilih tanda + untuk menambahkan pekerjaan dan tanda - untuk menghapus pekerjaan, membuat nama *project* pengamatan sesuai dengan yang dibuat pada *folder* GPSPDATA, lalu disimpan (memilih "SAVE").

Mengaktifkan *project* yang sudah dibuat dengan memilih **Campaign** → **Select Active Campaign**.

Membuat *file* informasi stasiun atau informasi mengenai titik-titik pengamatan dalam format BERNESE 5.0. dilakukan pada menu **RINEX utilities** → **extract station information**. Masukkan data *file* koordinat pendekatan (CRD)

Mengimpor data RINEX ke bentuk format BERNESE 5.0, program ini dalam BERNESE 5.0 disebut program RXOBV3, input data dalam program ini adalah *file original RINEX observasi*, *file* informasi stasiun (STA), serta *file-file General* seperti *General constants* (DATUM), *satelit problems* (CRX), *satelit information* (SATELIT I01) *planetary emphis file* (DE200), *subdaily pole model* (SUB), *Nutation model* (NUT), *coeffesian Earth of potential* (JGM3), dan *ocean tide file* (TID). Diperlukan pula sistem satelit dan interval yang digunakan dalam pengamatan. Hasil *file* dari program ini adalah *file* observasi yang dibutuhkan oleh BERNESE 5.0 dalam 4 ekstensi (CZH, CZO, PZH, dan PZO), dan tersimpan dalam *folder* OBS.

Program PRETAB membuat *file tabular orbit* (TAB) dan *file jam satelit* (CLK). *Input file* dalam program ini adalah *prise ephemeris* (SP3), *pole file* (ERP), dan sistem referensi satelit yang digunakan (J2000).

Program ORBGEN adalah mempersiapkan *standart orbit* menggunakan posisi satelit dari *file tabular orbit* sebagai *pseudo-range* untuk penyesuaian hitung perataan jaringan (*least square*). Data *file* yang dimasukkan seperti tabular orbit (TAB), *pole file* (ERP), pada *General files* masukan parameter orbit *model identifier* dan *Eart potensial* serta *time frame*. Hasil dari program ini berupa *file standart orbit* (STD), *summary file* (LST), dan *general output* (OUT). Informasi yang penting dalam *file* ini adalah kesalahan RMS untuk setiap satelit tidak lebih dari 1-2 cm.

- Tahapan pengolahan.

Menghitung koreksi jam *receiver* disebut program CODSP, dalam program ini diperlukan data *file* pendukung seperti, *file standart orbit* (STD), jam satelit (CLK), *code observasi* (CZH), *pole file* (ERP), stasiun koordinat (CRD), dan model atmosfer. Hasil program ini adalah *file* CODSP yang berisi persentase observasi yang jelek dan nilai RMS.

Program SNGDIF adalah program untuk membuat proses *baseline*. Dalam program ini dapat ditentukan strategi proses *baseline* yang akan digunakan. Untuk *file* data yang digunakan, *Zero difference observation file* (PZH) dan stasiun koordinat (CRD).

Proses skringing *cycle-slip* terdapat dalam program MAUPRP. Data yang digunakan dalam program ini selain data *file-file general* juga data *single difference observation file* (PSH), *standart orbit* (CRD) dan *pole file* (ERP). Dalam program ini data dikatakan baik jika dalam proses ini untuk solusi RMS of *epoch* DIFF tidak lebih dari 0,02 m dan estimasi untuk koordinat tidak lebih dari 0,1 m.

Proses hitung perataan *Least Square* dalam BERNES 5.0 dikenal dengan program GPSEST. Pada tahapan ini GPSEST berfungsi untuk memeriksa kualitas data dan menyimpan residual. *File* data pendukung dalam program ini adalah *phase observasi file* (PSH), stasiun koordinat (CRD), standart orbit (STD),

Earth rotation parameters (ERP), dan *ocean loading corrections* (BLQ). Hasil *file* dari program ini adalah *file general* GPSEST (OUT) dan *file* residual (RES).

Dari hasil residu yang dihasilkan pada GPSEST dapat disaring pada program RESMRS.

Membuat solusi jaringan pertama menggunakan GPSEST. Tahapan sama dengan tahapan GPSEST yang digunakan untuk menyimpan residu, namun untuk *result file* untuk residu di kosongkan, untuk *file station coordinate* dan *troposphere estimates* diisi nama *file* yang akan dihasilkan pada program ini.

Menyelesaikan permasalahan *ambiguitas* dengan menggunakan program GPSEST. Data *file* yang dimasukkan adalah hasil dari program GPSEST pada tahap solusi jaringan pertama. Program ini menghasilkan dua bagian hasil, yang pertama menghasilkan *solusi ambiguitas* sebagai nilai riil sedangkan bagian kedua menghasilkan nilai *interger* parameter *ambiguitas*, diharapkan dalam program ini nilai *ambiguitas* pada hasil bagian kedua berkurang terhadap hasil bagian pertama.

Solusi akhir dari jaringan juga dikerjakan oleh program GPSEST, dengan mengubah *file* data yang dimasukkan stasiun koordinat pendekatan awal dan menghilangkan *file troposphere estimasi*. hasil pada program ini ditampilkan pada.

HASIL DAN PEMBAHASAN.

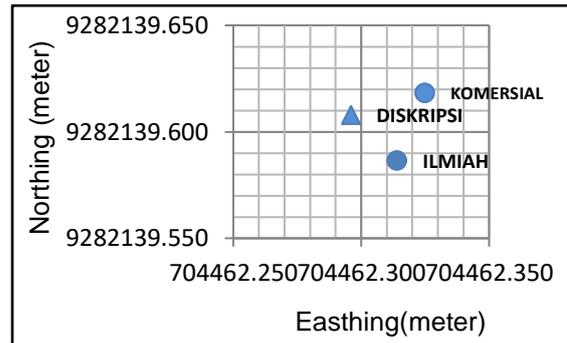
1. Sebaran Posisi Titik.

Hasil pengolahan data GPS titik BJKU menggunakan perangkat lunak komersial dan perangkat lunak ilmiah untuk jarak antartitik dalam jaringan < 10 km dengan waktu pengamatan 2 jam.

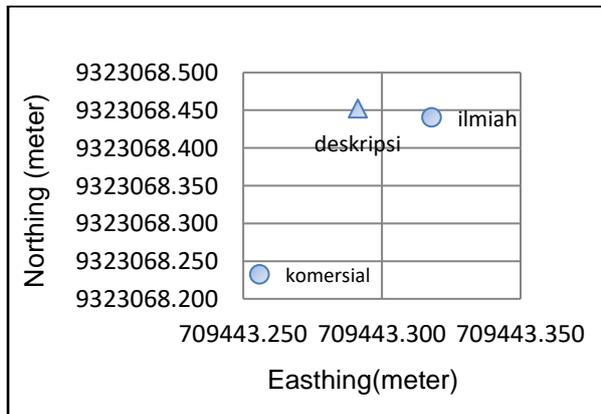
	Komersial	Ilmiah
Eastthing (meter)	709443,256	709443,318
Eastthing Error (meter)	0,021	0,001
Northing (meter)	9323068,232	9323068,44 0

Northing Error (meter)	0,024	0,004
Height (meter)	44,915	40,051
Height Error (meter)	0,045	0,002

Grafik sebaran posisi titik BAKO



Grafik sebaran posisi titik BJKU.



2. Selisih Koordinat, Nilai Pergeseran dan Arah Pergeseran Titik Koordinat.

- Pada bidang proyeksi.

Untuk jarak titik dalam jaringan < 10 km, nilai pergeseran titik BJKU berdasarkan nilai koordinat proyeksi UTM hasil pengolahan perangkat lunak komersial terhadap nilai deskripsi sebesar 0,223 m dengan arah $189^{\circ} 07' 52,22''$, sedangkan nilai pergeseran titik BJKU berdasarkan nilai koordinat proyeksi UTM hasil pengolahan perangkat lunak ilmiah terhadap nilai deskripsinya sebesar 0,029 m dengan arah $114^{\circ} 52' 3,25''$.

Untuk jarak titik dalam jaringan > 10 km, nilai pergeseran titik BAKO berdasarkan nilai koordinat proyeksi UTM hasil pengolahan perangkat lunak komersial terhadap nilai deskripsi sebesar 0,031 m dengan arah $70^{\circ} 21' 26,82''$, sedangkan nilai pergeseran titik BAKO berdasarkan nilai koordinat proyeksi UTM hasil pengolahan perangkat lunak ilmiah terhadap deskripsinya sebesar 0,028 m dengan arah $140^{\circ} 4' 37,40''$.

- Pada bentuk permukaan elipsoid

Untuk jarak titik dalam jaringan < 10 km, nilai pergeseran titik BJKU pada permukaan elipsoid, berdasarkan nilai koordinat geodetik hasil pengolahan perangkat lunak komersial terhadap nilai deskripsi sebesar 0,223 m dengan arah $188^{\circ} 57' 52,18''$, sedangkan nilai pergeseran titik BJKU berdasarkan nilai koordinat geodetik hasil pengolahan perangkat lunak ilmiah terhadap nilai deskripsi sebesar

Hasil pengolahan data GPS titik BAKO menggunakan perangkat lunak komersial dan perangkat lunak ilmiah untuk jarak antartitik dalam jaringan > 10 km dengan waktu pengamatan 24 jam.

	Komersial	Ilmiah
Easting (meter)	704462,325	704462,314
Easting Error (meter)	0,017	0,001
Northing (meter)	9282139,618	9282139,586
Northing Error (meter)	0,009	0,001
Height (meter)	158,005	158,136
Height Error (meter)	0,027	0,003

0,029 m dengan arah $114^{\circ} 40' 16,08''$.

Untuk jarak titik dalam jaringan > 10 km, nilai pergeseran titik BAKO pada permukaan elipsoid, berdasarkan nilai koordinat geodetik hasil pengolahan perangkat lunak komersial terhadap nilai deskripsi sebesar 0,031 m dengan arah $70^{\circ} 8' 18,77''$, sedangkan pergeseran titik BAKO berdasarkan nilai koordinat geodetik hasil pengolahan perangkat lunak ilmiah terhadap nilai deskripsi sebesar 0,028 m dengan arah $139^{\circ} 55' 49,81''$.

- Pada bentuk permukaan bumi

Untuk jarak titik dalam jaringan < 10 km, nilai pergeseran titik BJKU pada permukaan bumi, berdasarkan nilai koordinat geodetik ruang hasil pengolahan perangkat lunak komersial terhadap nilai deskripsi sebesar 0,223 m dengan arah $188^{\circ} 57' 52,18''$ dan tinggi 3,695 m, sedangkan nilai pergeseran titik BJKU berdasarkan nilai koordinat geodetik ruang hasil pengolahan perangkat lunak ilmiah sebesar 0,029 m dengan arah $114^{\circ} 40' 16,08''$ dan tinggi 1,169 m.

Untuk jarak titik dalam jaringan > 10 km, nilai pergeseran titik BAKO pada bentuk bidang permukaan bumi, berdasarkan nilai hasil pengolahan perangkat lunak komersial terhadap nilai deskripsi sebesar 0,028 m dengan arah $139^{\circ} 55' 49,81''$ dan tinggi 0,110 m, sedangkan pergeseran titik BAKO berdasarkan nilai hasil pengolahan perangkat lunak ilmiah sebesar 0,031 m dengan arah $70^{\circ} 8' 18,77''$ dan tinggi 0,020 m.

3. Skala Survei.

- Nilai pergeseran koordinat proyeksi UTM hasil pengolahan perangkat lunak komersial untuk jarak antartitik dalam jaringan < 10 km terhadap nilai deskripsi sebesar 0,223 m, berarti batasan skala survei maksimum yang digunakan 1 : 2500. Sedangkan untuk jarak antartitik dalam jaringan > 10 km terhadap nilai deskripsi sebesar 0,031 m, berarti batasan skala survei maksimum yang digunakan 1 : 400.
- Nilai pergeseran koordinat proyeksi UTM hasil pengolahan perangkat lunak ilmiah untuk jarak antartitik

dalam jaringan < 10 km terhadap nilai deskripsi sebesar 0,029 m, berarti batasan skala survei maksimum yang digunakan 1 : 300. Sedangkan untuk jarak antartitik dalam jaringan > 10 km terhadap nilai deskripsi sebesar 0,028 m, berarti batasan skala survei maksimum yang digunakan 1 : 300.

KESIMPULAN.

Berdasarkan hasil pembahasan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Hasil pengolahan data GPS menggunakan perangkat lunak komersial untuk menentukan koordinat *definitif* suatu titik dengan jarak antar titik dalam jaringan < 10 km dengan waktu pengamatan 2 jam, nilai pergeseran terhadap deskripsi titik BJKU sebesar 0,223 m. Sehingga koordinat *definitif* hasil pengolahan data GPS menggunakan perangkat lunak komersial dengan waktu pengamatan 2 jam dapat digunakan sebagai titik referensi atau titik kontrol untuk kegiatan survei dengan skala 1 : 2.500.
- b. Hasil pengolahan data GPS menggunakan perangkat lunak komersial untuk menentukan koordinat *definitif* suatu titik dengan jarak antartitik dalam jaringan > 10 km dengan waktu pengamatan 24 jam, nilai pergeseran terhadap deskripsi titik BAKO sebesar 0,031 m. Sehingga koordinat *definitif* hasil pengolahan data GPS menggunakan perangkat lunak komersial dengan waktu pengamatan 24 jam dapat digunakan sebagai titik referensi atau titik kontrol untuk kegiatan survei dengan skala 1 : 400.
- c. Hasil pengolahan data GPS menggunakan perangkat lunak ilmiah untuk menentukan koordinat *definitif* suatu titik dengan jarak antartitik dalam jaringan < 10 km dengan waktu pengamatan 2 jam, nilai pergeseran terhadap deskripsi titik BJKU sebesar 0,029 m. Sehingga koordinat *definitif* hasil pengolahan data GPS menggunakan perangkat lunak komersial dengan waktu pengamatan 2 jam dapat digunakan sebagai titik referensi atau titik kontrol untuk kegiatan survei dengan skala 1 : 300.
- d. Hasil pengolahan data GPS menggunakan perangkat lunak ilmiah untuk menentukan koordinat *definitif* suatu titik dengan jarak antartitik dalam jaringan > 10 km dengan waktu pengamatan 24 jam, nilai pergeseran terhadap deskripsi titik BAKO sebesar 0,028 m. Sehingga koordinat *definitif* hasil pengolahan data GPS

- menggunakan perangkat lunak komersial dengan waktu pengamatan 24 jam dapat digunakan sebagai titik referensi atau titik kontrol untuk kegiatan survei dengan skala 1 : 300.
- e. Berdasarkan point b dan point d, selisih hasil pengolahan data GPS menggunakan perangkat lunak komersial dan ilmiah untuk menentukan koordinat *definitif* suatu titik dengan jarak antartitik dalam jaringan > 10 km dengan waktu pengamatan 24 jam sebesar 0,003 m.
 - f. Kelebihan dari perangkat lunak ilmiah adalah hasil pengolahan data GPS untuk menentukan koordinat *definitif* suatu titik dengan jarak antartitik dalam jaringan < 10 km dengan waktu pengamatan 2 jam, dan untuk jarak antartitik dalam jaringan > 10 km dengan waktu pengamatan 24 jam lebih presisi dan akurasi dibandingkan dengan hasil pengolahan perangkat lunak komersial.
 - g. Kelebihan dari perangkat lunak komersial adalah tidak memerlukan bantuan jaringan internet dalam melakukan pengolahan data GPS.
- EN/ Users/
help_spiderweb_rinex_download_step-by-step.htm
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2002). Jaring Kontrol Horizontal (SNI 19-6724-2002). Bogor.
- Rolf Dach, Urs Hugentobler, et al., ed. (Januari 2007) *User manual of the Bernese GPS Software Version 5.0*. Astronomical Institute, University of Bern.
- Rolf Dach, Urs Hugentobler, Peter Walser. (September 2011) *Tutorial of the Bernese GPS Software Version 5.0*. Astronomical Institute, University of Bern.
- Sudarman. Catatan Kuliah Proyeksi Peta. ITB. Bandung.
- Trimble Business Software Technical Notes, 24 Agustus 2014. http://www.evsgps.com/PDFS/Survey_datasheet - Business Center Software.pdf.
- Trimble Navigation Limited. (2011). *Trimble Business Center Version 2.50 Tutorials*. Ohio. USA.

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.
- Abisin, H.Z. (2001). Geodesi Satelit. P.T. Pradnya Paramita, Jakarta.
- 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 Informasi Geospasial (BIG), Sistem Referensi Geospasial Indonesia (SRGI) . (27 September 2014). *RINEX download step by step*. [http://inacors.big.go.id/spiderweb/ Help/](http://inacors.big.go.id/spiderweb/Help/)