

**DAMPAK DEFORMASI LEMPENG BUMI TERHADAP
KOORDINAT TITIK DASAR TEKNIK
DI PULAU TERNATE DAN KABUPATEN HALMAHERA BARAT
PROPINSI MALUKU UTARA
(PERIODE 2005/2007 – 2015)**



Laporan Penelitian Strategis

Disusun oleh:

Eko Budi Wahyono
Tanjung Nugroho
Enggar Prasetyo Aji

**Kementerian Agraria dan Tata Ruang / Badan Pertanahan Nasional
Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional**

**Yogyakarta
2016**

**Laporan
Penelitian Strategis**

**DAMPAK DEFORMASI LEMPENG BUMI TERHADAP
KOORDINAT TITIK DASAR TEKNIK
DI PULAU TERNATE DAN KABUPATEN HALMAHERA BARAT
PROPINSI MALUKU UTARA
(PERIODE 2005/2007 – 2015)**

Disusun oleh:

Eko Budi Wahyono
Tanjung Nugroho
Enggar Prasetyo Aji

Telah dipresentasikan Dalam Kolokium Laporan Hasil Penelitian Strategis STPN
Pada Tanggal 24 Nopember 2016

Mengetahui :

Kepala PPPM

(Dr. Sutaryono, M.Si.)

KATA PENGANTAR

Posisi Republik Indonesia terletak diantara lempeng berada diantara tektonik lempeng besar; lempeng Australia, lempeng India, lempeng Eurasia, lempeng Pasifik dan lempeng Filipina, yang berinteraksi masing-masing lempeng satu sama lain utamanya sepanjang zona subduksi dan pada batas-batas pertemuan lempeng atau *colliding boundaries*. Hal ini mengakibatkan nilai koordinat titik dasar teknik tidak lagi statis. Maka untuk itu perlu diketahui besaran, arah dan pola deformasi titik dasar teknik dalam periode waktu tertentu. Dengan kerendahan hati dalam penyelesaian penelitian ini tim peneliti dibantu oleh banyak pihak, untuk itu disampaikan ucapan terima kasih dengan sepuh hati kepada beberapa pihak:

1. Bapak Dr. Oloan Sitorus, selaku Ketua STPN dan Ketua Tim Evaluasi Penelitian Dosen beserta bapak – bapak dan Ibu anggota Tim Evaluasi Peneliti, yang telah memberikan masukan terhadap pelaksanaan penelitian dan penyempurnaan penulisan laporan penelitian ini.
2. Bapak Ir. Djurdjani, M.SP.,M.Eng.,Ph.D. selaku pembimbing dan tim evaluasi penelitian.
3. Bapak dan Ibu Pejabat di Lingkungan Kanwil BPN Propinsi Maluku Utara, yang telah membantu menyediakan data spasial penelitian ini dan dukungan perhatian selama penelitian di Ternate.
4. Bapak dan Ibu pejabat dan staff di lingkungan Kantor Pertanahan Kota Ternate dan Kantor Pertanahan Kabupaten Halmahera Barat Propinsi Maluku Utara, atas dukungan dan bantuannya baik materiil maupun moril selama penelitian dilaksanakan.
5. Rio Tamara Alting, Asisten Surveyor Pertanahan Kantor Pertanahan Kota Ternate dengan totalitasnya membantu selama penelitian di Propinsi Maluku Utara
6. Bapak Dr. Sutaryono, M.Si. selaku Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional Yogyakarta yang telah memberikan masukan bagi terlaksananya penelitian dan penyusunan laporan ini.

Saran dan kritik yang membangun dan masukan yang positif kami nantikan, agar memperoleh hasil penelitian yang lebih baik.

Yogyakarta, Nopember 2016.

Tim Peneliti STPN Yogyakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I : PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	7
D. Kegunaan Penelitian	8
E. Kebaruan Penelitian (<i>Novelty</i>)	8
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	16
A. Pembentukan Geologis Kepulauan Nusantara	16
B. Tektonik Regional Pulau Halmahera Propinsi Maluku Utara	18
C. Dampak Deformasi untuk Kadaster	20
D. Dualisme Kerangka Referensi Kadastral	24
E. Ketelitian Dalam Peta Pendaftaran Dan Peta Dasar Pendaftaran Dan Transformasi Koordinat	28
F. Hipotesis	29
BAB III : METODE PENELITIAN	30
A. Metode Penelitian	30
B. Lokasi Penelitian	30
C. Data Penelitian	30
D. Alat Dan Bahan Penelitian	31
E. Teknik Pengumpulan Data	31

F. Teknik Analisis	32
1. Pengolahan Data	32
2. Analisis Nilai Koordinat TDT dengan epoch yang berbeda	32
3. Dampak Terhadap Administrasi Pertanahan	32
 BAB IV : GAMBARAN UMUM WILAYAH	33
A. Gambaran Umum Propinsi Maluku Utara	33
B. Kondisi Geologi Propinsi Maluku Utara	34
C. Base Station / Titik Ikat JRSP	36
D. Base Station / Titik Ikat Inacors	37
E. Daftar Koordinat Titik Dasar Teknik Sebagian Pulau Ternate	39
F. Daftar Koordinat Titik Dasar Teknik Sebagian Kabupaten Halmahera Utara	39
 BAB V : PENGUKURAN TITIK DASAR TEKNIK DAN PENGOLAHAN DATA	41
A. Perencanaan Pengukuran	41
1. Perencanaan Awal	41
2. Perencanaan dan Desain Baseline Jaringan Titik Dasar Teknik	42
B. Persiapan Pengukuran	45
C. Pelaksanaan Pengukuran	46
1. Pengukuran di Pulau Ternate	46
2. Pengukuran di Kabupaten Halmahera Barat	47
D. Pengolahan Data	49
1. Pengolahan Data Pengamatan di Pulau Ternate	49
a. Terikat Base Station JRSP Kantor Pertanahan Kota Ternate	49
b. Terikat base station CTER Inacors Kota Ternate	51
2. Pengolahan Data Pengamatan Kabupaten Halmahera	

Barat	52
a. Terikat Base Station JRSP Kantor Pertanahan Kota Ternate	53
b. Terikat base station CTER Inacors Kota Ternate	55
BAB VI : BESAR, ARAH DAN POLA DEFORMASI POSISI TITIK DASAR TEKNIK DI PULAU TERNATE DAN KABUPATEN HALMAHERA BARAT	57
A. Analisis Data TDT Orde 3 dan orde 2 pada epoch 2005/2007 Dengan Hasil Pengamatan Tahun 2016	57
1. Pengamatan Titik Dasar Teknik Di Pulau Ternate	57
a. Perbedaan Nilai Koordinat Buku Tugu Dengan Base Station JRSP	57
b. Perbedaan Nilai Koordinat Buku Tugu Dengan Base Station CTER Inacors	58
2. Pengamatan di Kabupaten Halmahera Barat	59
a. Perbedaan Nilai Koordinat Buku Tugu Dengan Base Station JRSP	59
b. Perbedaan Nilai Koordinat Buku Tugu Dengan Base Station CTER Inacors	60
B. Analisis Perbedaan Pengamatan JRSP Dengan Inacors	61
1. Pengamatan di Pulau Ternate	61
2. Pengamatan di Kabupaten Halmahera Barat	61
3. Analisis Perbedaan Pengamatan JRSP dan Inacors	62
C. Analisis Deformasi Titik Dasar Teknik	64
D. Besar, Arah Dan Pola Deformasi Titik Dasar Teknik	66
1. Besar, arah dan pola deformasi Titik Dasar Teknik Pulau Ternate	66
2. Besar, arah dan pola deformasi Titik Dasar Teknik Kabupaten Halmahera Barat	67

BAB VII : PENGARUH DAN DAMPAKNYA DALAM	
ADMINISTRASI PERTANAHAN	69
A. Pemetaan Bidang Tanah Pada Pendaftaran Tanah Pertama Kali Di Kantor Pertanahan Kota Ternate dan Kantor Pertanahan Kabupaten Halmahera Barat	69
B. Pemanfaatan TDT dan dampaknya dalam pemetaan bidang tanah di Kantor Pertanahan Kota Ternate Dan Kabupaten Halmahera Barat	71
BAB VIII : KESIMPULAN DAN REKOMENDASI	75
A. KESIMPULAN	75
B. REKOMENDASI	76
DAFTAR PUSTAKA	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	: Gerakan kerak bumi yang terbagi dalam 6 lempeng tektonik utama	2
Gambar 2	: Peta Tektonik Lempeng Indonesia Timur	3
Gambar 3	: Skema tektonik di Indonesia	16
Gambar 4	: Kepulauan Nusantara 50 juta tahun lalu	17
Gambar 5	: Kepulauan Nusantara 25 juta tahun lalu	17
Gambar 6	: Kepulauan Nusantara 5 juta tahun lalu	18
Gambar 7	: Zona Subduksi Pulau Halmahera, P. Ternate dan P. Tidore	20
Gambar 8	: Pergeseran Sesar Semangko di Sumatera Akibat Gempa	21
Gambar 9	: Formasi Geologi Kepulauan Indonesia dan Kecenderungan Deformasinya	22
Gambar 10	: Gambar Peta Provinsi Maluku Utara	34
Gambar 11	: Gambar Peta Geologi Provinsi Maluku Utara	35
Gambar 12	: Antena Base Station Kantor Pertanahan Kota Ternate	36
Gambar 13	: Antena Base Station CTER Kota Ternate	38
Gambar 14	: Distribusi TDT Pulau Ternate dan Halmahera Barat yang diamati	42
Gambar 15	: Perencanaan dan Desain Base line Jaringan TDT P. Ternate	43
Gambar 16	: Perencanaan Pengukuran Jaringan TDT Kabupaten Halmahera Barat	44
Gambar 17	: Pengecekan Peralatan Sebelum Survei	45
Gambar 18	: Pelaksanaan Pengukuran Di P. Ternate	46
Gambar 19	: Pelaksanaan Pengukuran di Halmahera Barat	47
Gambar 20	: Hasil Pengolahan Perataan jaringan di P. Ternate dengan base station JRSP	50
Gambar 21	: Hasil Perataan jaringan P. Ternate dengan base station Inacors (CTER).	51
Gambar 22	: Hasil Perataan jaringan di Kabupaten Halmahera Barat dengan base station JRSP	53
Gambar 23	: Hasil Pengolahan Perataan jaringan di Halmahera Barat dengan base station Inacors (CTER).	55
Gambar 24	: Posisi TDT3104004(Inacors), TDT3104004(JRSP) dan TDT3104004(2007) pada google earth	64
Gambar 25	: Pola Deformasi Titik Dasar Teknik di Pulau Ternate	67
Gambar 26	: Pola Deformasi Titik Dasar Teknik Di Kabupaten Halmahera Barat	68
Gambar 27	: Contoh Gambar Ukur hasil ukuran secara terestris	70
Gambar 28	: Pemetaan Bidang Tanah di atas Peta dasar Pendaftaran	71
Gambar 29	: Plotting Koordinat Titik Dasar Teknik hasil ukuran GNSS dan berdasar buku tugu pada peta dasar pendaftaran	73

DAFTAR TABEL

Tabel 1	: Jumlah TDT yang telah dibangun BPN	26
Tabel 2	: Diskripsi Base Station Inacors Kota Ternate	38
Tabel 3	: Data Koordinat TDT di Ternate Berdasarkan Buku Tugu	39
Tabel 4	: Data Koordinat TDT di Halmahera Barat Berdasarkan Buku Tugu	40
Tabel 5	: Perencanaan Pengukuran : Penggunaan Rover di Pulau Ternate	43
Tabel 6	: Perencanaan Pengukuran : Penggunaan Rover di Kabupaten Halmahera Barat.	44
Tabel 7	: Hasil Adjusment Nilai Koordinat TDT P. Ternate Terikat Base Station JRSP	50
Tabel 8	: Komponen Nilai Ellips Kesalahan	51
Tabel 9	: Hasil Adjusment Nilai Koordinat TDT P. Ternate Terikat Base Station Inacors.	52
Tabel 10	: Komponen Nilai Ellips Kesalahan	52
Tabel 11	: Hasil Adjusment Nilai Koordinat TDT Halmahera Barat Terikat Base Station JRSP	54
Tabel 12	: Komponen nilai Ellips Kesalahan	54
Tabel 13	: Hasil Adjusment Nilai Koordinat TDT Halmahera Barat Terikat Base Station Inacors (CTER).	56
Tabel 14	: Komponen Ellips Kesalahan	56
Tabel 15	: Perbedaan Nilai Koordinat TDT di P. Ternate antara Buku Tugu dengan Hasil ukuran dengan base station JRSP	57
Tabel 16	: Perbedaan Nilai Koordinat TDT di P. Ternate antara Buku Tugu dengan hasil ukuran dengan base station CTER Inacors.	58
Tabel 17	: Perbedaan Nilai Koordinat TDT di Kabupaten Halmahera Barat antara Buku Tugu dengan hasil ukuran dengan base station JRSP	59
Tabel 18	: Perbedaan Nilai Koordinat TDT di Kabupaten Halmahera Barat antara Buku Tugu dengan hasil ukuran dengan base station CTER Inacors	60
Tabel 19	: Perbedaan Nilai Koordinat TDT di P. Ternate antara hasil ukuran dengan base station JRSP base station Inacors (CTER).	61
Tabel 20	: Perbedaan Nilai Koordinat TDT di Kabupaten Halmahera Barat antara hasil ukuran dengan base station JRSP base station Inacors (CTER).	62
Tabel 21	: Perbedaan Nilai Koordinat TDT antara pengamatan JRSP dan Inacors	63

DAFTAR LAMPIRAN

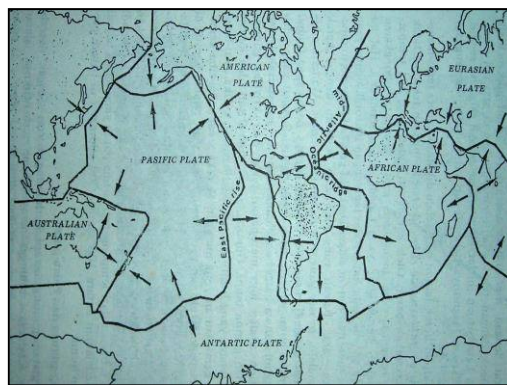
- Lampiran 1 : Peta Geologi Propinsi Maluku Utara
- Lampiran 2 : Network Adjustment Report TDT Pulau Ternate dengan titik referensi base station JRSP
- Lampiran 3 : Network Adjustment Report TDT Pulau Ternate dengan titik referensi base station CTER Inacors Kota Ternate
- Lampiran 4 : Formulir Pengamatan GNSS dan Buku Tugu TDT Pulau Ternate
- Lampiran 5 : Network Adjustment Report TDT Kabupaten Halmahera Barat dengan titik referensi base station JRSP
- Lampiran 6 : Network Adjustment Report TDT Kabupaten Halmahera Barat dengan titik referensi base station CTER Inacors Kota Ternate
- Lampiran 7 : Formulir Pengamatan GNSS dan Buku Tugu TDT Kabupaten Halmahera Barat.

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

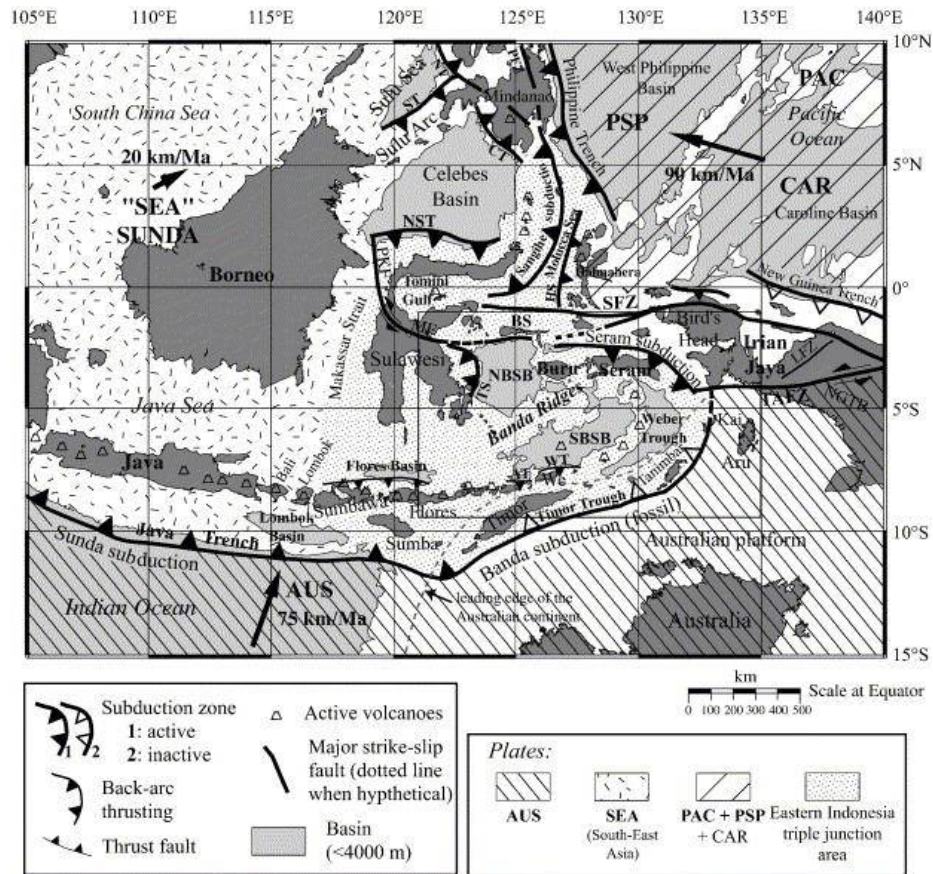
Wilayah Kepulauan Indonesia diapit oleh Samudera Hindia dan Samudera Pasifik dan berada diantara tektonik lempeng besar; lempeng Australia, lempeng India, lempeng Eurasia, lempeng Pasifik dan lempeng Filipina, yang berinteraksi masing-masing lempeng satu sama lain utamanya sepanjang zona subduksi dan pada batas-batas pertemuan lempeng atau *colliding boundaries*. (Cecep Subarya, 2007). Keberadaan fisik Kepulauan Nusantara yang terbentuk seperti saat ini secara umum sebagai akibat aktivitas lempeng-lempeng tersebut. Lempeng tektonik yang bergerak dengan kecepatan mm/tahun (*mm/yr*) menunjam dibawah lempeng tektonik lainnya saling mendorong dan berimpit lekat satu sama lainnya, akibat perimpitan lekat kedua lempeng tektonik yang bertumpang-tindih tersebut energi gaya dorong tertahan/terkunci dan menumpuk terakomodasi di zona batas pertemuan lempeng tektonik. Kerak bumi yang merupakan lapisan terluar dari lempeng tektonik atau lapisan litosfir mempunyai sifat elastis, sehingga akumulasi energi tersebut menimbulkan perubahan bentuk dan ukuran atau disebut diformasi kerak bumi (Cecep Subarya, 2011). Untuk memahami kondisi geologis Kepulauan Nusantara, tidak bisa lepas dari sejarah pembentukannya yang didasari oleh teori tektonik lempeng hasil pemikiran Wegener (1912). Teori ini berpijak pada hipotesis bahwa kerak bumi terdiri dari beberapa lempengan kaku (litosfer), dan lempengan-lempengan tersebut terus-menerus bergerak secara lateral. Kecepatannya 3 – 13 cm per tahun (Soeprapto, 2004), sehingga ada yang saling bertumbukan, saling menjauh, atau saling berpapasan. Pergerakan itu terjadi karena lempengan-lempengan itu seolah-olah mengapung pada bahan yang plastis (*astenosfer*), seperti bongkahan es yang bisa bergerak di atas air. Terbentuknya daratan (benua) dan lautan dinarasikan oleh Hutabarat dan Evans (1985) berikut ini. Sekitar dua milyar tahun lalu, terbentuk massa daratan raksasa (superkontinen) Pangea yang dikelilingi lautan sangat luas. Massa daratan yang dikenal sebagai massa daratan pemula (*pre-existing masses*) tersebut berpisah akibat adanya pergeseran benua (*continental drift*) dan menjadi dua bagian, yaitu superkontinen Gondwana dan Laurasia. Pergeseran benua ini merupakan gerakan gradual massa-massa kerak bumi yang luas di atas bidang *astenosfer*. Kedudukan Pangea kira-kira waktu itu membujur dari utara ke selatan yang kini ditempati Amerika Utara dan Afrika. Pangea bergerak ke utara, dan Kutub Selatan berada di sebelah

Afrika sekarang. Kemudian terjadi fragmentasi, mula-mula menjadi dua superkontinen seperti disebutkan di atas, selanjutnya terfragmentasi lagi menjadi benua-benua serta perluasan dan penciutan lautan. Pada proses terakhir ini superkontinen Gondwana terfragmentasi menjadi Amerika Selatan, Afrika, Australia, India, Semenanjung Arab, Australia, dan Antartika. Sedangkan superkontinen Laurasia terfragmentasi menjadi Amerika Utara dan Eurasia. Pergeseran benua ini terutama terjadi sekitar 600 – 500 juta tahun lalu. Wegener menunjukkan bahwa lekuk-lekuk pada tepian kelima benua itu bersesuaian dengan tonjolan-tonjolannya, sehingga menjadi satu daratan besar yang dikelilingi lautan. Pandangan ini diperkuat lagi dengan mempelajari paleomagnetisme, bahwa partikel-partikel yang bersifat magnetis dalam batuan dapat untuk mengetahui deposisi partikel batuan tersebut, dan dapat diketahui pula umur benua-benua di atas.



**Gb 1. Gerakan kerak bumi yang terbagi dalam 6 lempeng tektonik utama
(Sumber : Rona, 1973 dalam Hutabarat dan Evans, 1986)**

Deformasi kerak bumi Kepulauan Nusantara, khususnya Pulau Halmahera selalu terjadi dari waktu ke waktu, yang kadangkala diselingi kegempaan. Subduksi adalah proses penunjaman yang terjadi di zona konvergen. Pulau Halmahera termasuk pulau Ternate dan Pulau Tidore terdapat zona subduksi yang menunjam dari lempeng Laut Maluku ke Pulau Halmahera, Pulau Ternate dan Pulau Tidore bagian barat. Besarnya deformasi tersebut sangat beragam dari satu bagian wilayah ke bagian wilayah yang lain (Sunantyo dan Fahrurrazi, 2011). Posisi Pulau Halmahera dan Pulau Ternate terletak dalam wilayah yang dipengaruhi oleh pergerakan lempeng *Caroline Plate* dan *Philipine Sea Plate* dan termasuk dalam wilayah yang kompleks akibat pergerakan lempeng bumi. Sehingga pergerakan pulau Halmahera dan Pulau Ternate tertekan oleh pergerakan dua lempeng tersebut.



Sumber : <https://cs426ah.wordpress.com/2013/11/18>

Gb. 2. Peta Tektonik Lempeng Indonesia Timur

Menurut Asep Karsidi, 2014, terkait dengan Kerangka Kontrol Geodesi di Indonesia pada tahun 1996 BAKOSURTANAL (=Badan Informasi Geospasial) mendefinisikan datum baru untuk keperluan pengukuran dan pemetaan menggantikan Datum Indonesia 1974 atau *Indonesia Datum 1974* (ID 74) yaitu Datum Geodesi Nasional 1995 (=DGN 95). Meskipun telah mengalami pemutakhiran Kerangka Kontrol Geodesi, ternyata DGN 95 belum memperhitungkan adanya perubahan nilai koordinat sebagai fungsi dari waktu pada Titik Kontrol Geodesi akibat dari pengaruh pergerakan lempeng tektonik dan deformasi kerak bumi ini. Perubahan nilai koordinat terhadap waktu perlu diperhitungkan dalam mendefinisikan Sistem Referensi Geospasial untuk wilayah Indonesia. Hal ini dikarenakan wilayah Indonesia terletak diantara beberapa pertemuan lempeng tektonik yang sangat dinamis dan aktif. Lempeng tersebut : Eurasia, Australia, Pasific dan Philipine. Wilayah NKRI yang terletak diantara pertemuan lempeng ini mengakibatkan obyek – obyek geospasial yang ada di atasnya termasuk titik kontrol geodesi yang berbentuk Jaring Kontrol Geodesi Nasional juga bergerak mengikuti pergerakan

lempeng tektonik dan deformasi kerak bumi. Sistem Referensi Geospasial Global yang menjadi acuan seluruh negara di dunia dalam mendefinisikan Sistem Referensi Geospasial di negara masing masing, harus di mutakhirkan setiap lima tahun sekali. Sistem Referensi Geospasial Global yang saat ini telah disepakati oleh dunia internasional telah memperhitungkan dinamika pergerakan lempeng tektonik diseluruh dunia. Teknologi penentuan posisi berbasis satelit sangat memungkinkan digunakan untuk penyelenggaraan kerangka referensi geodetik nasional yang terintegrasi dengan Sistem Referensi Geospasial Global dengan ketelitian yang memadai untuk memantau pergerakan lempeng tektonik dan deformasi kerak bumi yang berpengaruh terhadap nilai koordinat. Pada tanggal 17 Oktober 2013, BIG melakukan pemutakhiran sistem referensi geospasial secara nasional, yaitu dengan menetapkan Sistem Referensi Geospasial Indonesia 2013 (=SRGI 2013) sebagai pengganti DGN 95. SRGI 2013 memperhitungkan perubahan nilai koordinat terhadap fungsi waktu sebagai akibat dari pergerakan lempeng tektonik dan deformasi kerak bumi di wilayah Indonesia.

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 1997, titik dasar teknik adalah titik yang mempunyai koordinat yang diperoleh dari suatu pengukuran dan perhitungan dalam suatu sistem tertentu yang berfungsi sebagai titik kontrol atau titik ikat untuk keperluan pengukuran dan rekonstruksi batas. Titik Dasar Teknik merupakan titik kontrol geodesi yang pengadaannya terikat oleh Titik Kontrol Geodesi yang diadakan oleh BIG (BAKOSURTANAL saat itu). Pengadaan titik dasar teknik yang dilaksanakan sejak berlakunya Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 1997 masih menggunakan datum DGN 95 sampai saat ini secara fisik masih ada tetapi system referensi geospasialnya belum dirubah kedalam SRGI 2013. Pada tahun 2009, BPN mulai menerapkan teknologi JRSP yang berbasis penentuan posisi menggunakan CORS yang mengacu pada sistem koordinat dengan ITRF2008, sehingga semua hasil pengukuran koordinat menggunakan CORS sudah mengacu pada mengacu pada suatu datum dengan *epoch reference 2008.0*. Sedangkan titik dasar teknik mulai orde 2, orde 3 dan orde 4 yang telah terpasang sejak tahun 1995 menggunakan kerangka referensi koordinat datum DGN95, yang bereferensi pada *epoch reference 1993.0*, sehingga terjadi dualisme kerangka referensi kadastral. Padahal titik dasar teknik tersebut masih difungsikan sebagai titik ikat dan rekonstruksi batas dalam pelayanan pertanahan. Hal ini akan berakibat nilai koordinat yang diukur sekarang memiliki nilai yang berbeda jika diukur dengan mengikatkan pada titik dasar teknik tersebut. Disamping itu, titik dasar teknik ini diukur dengan teliti dan dibangun dilapisan kerak bumi yang mengalami

deformasi kearah horizontal dan vertical, akibatnya nilai – nilai koordinat titik dasar teknik tersebut akan mengalami perubahan sesuai fungsi waktu.

Survey kadaster adalah kegiatan surveying yang berhubungan dengan penentuan dan pendefinisian kepemilikan dan batas tanah/lahan (Sarah, tt). Basis data kegiatan pengukuran dan pemetaan dalam bidang survey kadaster berbasis bidang tanah atau persil. Karena dalam pengertian dan definisi kadaster, semua ahli menyatakan bahwa dalam kadaster harus dapat menggambarkan bidang tanah terkait dengan ukuran, letak batas, dan luas. Perkembangan terkini survey kadaster tidak hanya untuk kepentingan mengenai kepemilikan dan hubungan hukum antara tanah dan orang saja, melainkan sudah berkembang sangat luas. Seperti kepentingan fiskal, perencanaan wilayah, penilaian tanah, pelestarian lingkungan, dan lain lain. Dalam kegiatan pengukuran kadaster, seorang surveyor kadaster adalah pejabat penetapan batas atau penentuan batas. Maka di sini keahlian seorang kadaster dituntut harus paham dan mengetahui tentang deskripsi legal atau gambaran batas bidang tanah yang diakui oleh hukum, di samping itu juga mengetahui konflik-konflik yang terjadi pada bidang tanah yang akan diukur tersebut. Hasil survey kadaster untuk kepentingan deskripsi legal harus dapat memberi jaminan kepastian dan kekuatan hukum. Jaminan kepastian hukum ini meliputi pula jaminan atas batas bidang tanah mengenai letak, ukuran, dan luas bidang tanah. Jika posisi atau nilai koordinat titik dasar teknik yang mengalami perubahan sesuai fungsi waktu, titik dasar teknik tersebut digunakan sebagai titik kontrol atau titik ikat dalam pengukuran batas dan letak bidang tanah untuk menentukan tentu jaminan akan kepastian hukum mengenai batas bidang tanah terkait letak, ukuran dan luas bidang tanah akan tidak terpenuhi kepastiannya. Menurut Peraturan Menteri Negara Agraria/Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997 Pasal 24 ayat 2 Prinsip dasar pengukuran bidang tanah dalam rangka penyelenggaraan pendaftaran tanah adalah harus memenuhi kaidah-kaidah teknis pengukuran dan pemetaan sehingga bidang tanah yang diukur dapat dipetakan dan dapat diketahui letak dan batasnya di atas peta serta dapat direkonstruksi batas-batasnya di lapangan. Pasal 25 ayat 1 Pengukuran bidang tanah pada prinsipnya dilaksanakan dalam sistem koordinat nasional. Peta dasar pendaftaran maupun peta pendaftaran untuk memetakan bidang tanah dalam rangka pendaftaran tanah menurut Peraturan Pemerintah Nomor 24 pasal 16 :

- (1) Untuk keperluan pembuatan peta dasar pendaftaran Badan Pertanahan Nasional menyelenggarakan pemasangan, pengukuran, pemetaan dan pemeliharaan titik-titik dasar teknik nasional di setiap Kabupaten/ Kotamadya Daerah Tingkat II.
- (2) Pengukuran untuk pembuatan peta dasar pendaftaran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) diikatkan dengan titik-titik dasar teknik nasional sebagai kerangka dasarnya.
- (3) Jika di suatu daerah tidak ada atau belum ada titik-titik dasar teknik nasional sebagaimana dimaksud pada ayat (2), dalam melaksanakan pengukuran untuk pembuatan peta dasar pendaftaran dapat digunakan titik dasar teknik lokal yang bersifat sementara, yang kemudian diikatkan menjadi titik dasar teknik nasional.
- (4) Peta dasar pendaftaran sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dan ayat (3) menjadi dasar untuk pembuatan peta pendaftaran.
- (5) Ketentuan lebih lanjut mengenai pengukuran dan pemetaan titik dasar teknik nasional dan pembuatan peta dasar pendaftaran ditetapkan oleh Menteri.

Pada 1997, titik-titik dasar teknik sebagai Kerangka Dasar Kadastral Nasional (KDKN) yang telah dibangun di Pulau Halmahera dan Pulau Ternate sebagai wujud implementasi Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 1997 dalam rangka menjamin kepastian hukum dalam pelaksanaan pendaftaran tanah. Keberadaan Pulau Ternate dan Pulau Halmahera yang terletak diantara dua lempeng yang cukup aktif sampai dengan tahun 2015 tentunya posisi pulau tersebut akan mengalami pergeseran/dislokasi yang cukup berarti.

B. Perumusan Masalah

Deformasi kerak bumi akibat dari pergerakan lempeng bumi telah merubah posisi pulau Halmahera dan Pulau Ternate. Pemasangan titik-titik dasar teknik di kedua pulau tersebut telah didefinisikan koordinatnya pada tahun 1997 berdasarkan datum DGN95. Pada tahun 2005 di Pulau Ternate dan Pulau Halmahera dipasang titik dasar teknik. Durasi waktu sejak tahun 2005 sampai dengan tahun 2015, 10 tahun merupakan waktu yang relatif tidak dikatakan singkat. Deformasi Caroline Plate sebesar 10,2 cm/y dengan arah barat laut serta deformasi Philipine Sea Plate sebesar 8 cm/y arah barat laut cenderung ke utara, keduanya terletak di sebelah timur Pulau Halmahera dan Pulau Ternate (Sumber: Simanjuntak dan Barber dalam Abidin, 2014). Hal ini tentu akan mempengaruhi posisi Pulau Halmahera dan Pulau Ternate. Administrasi pertanahan, khususnya kegiatan pengukuran dan pemetaan bidang tanah untuk kepentingan

pendaftaran tanah dilakukan berdasarkan pengikatan terhadap titik dasar teknik dengan koordinat yang diukur pada tahun 1997 menggunakan sistem referensi DGN 95. Jika kondisi peta dasar pendaftaran dan peta pendaftaran merujuk pada datum DGN95, kemudian pengukuran dan pemetaan dilakukan menggunakan teknologi GNSS, tentu akan menimbulkan permasalahan tersendiri terkait nilai koordinat yang dihasilkan dan tidak akan sesuai dengan peta dasar pendaftaran dan peta pendaftaran tersebut. Pengamatan dengan GNSS yang dilakukan saat ini tentu akan memperoleh posisi terkini, padahal kedudukan Pulau Ternate dan Pulau Halmahera mengalami perubahan dari tahun ke tahun. Maka untuk itu permasalahan penelitian ini adalah :

1. Berapakah nilai dan arah deformasi posisi titik dasar teknik yang terjadi di Pulau Ternate dan Pulau Halmahera bagian Barat?
2. Bagaimana pola deformasi titik dasar teknik yang terjadi di Pulau Ternate dan Pulau Halmahera Bagian Barat?
3. Bagaimana pengaruh serta dampaknya dalam administrasi pertanahan ?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui nilai dan arah deformasi posisi titik dasar teknik yang terjadi di Pulau Ternate dan Pulau Halmahera Bagian Barat.
2. Menentukan pola deformasi titik dasar teknik yang terjadi di Pulau Ternate dan Pulau Halmahera Bagian Barat.
3. Mengetahui pengaruh dan dampak deformasi posisi titik dasar teknik dalam administrasi pertanahan, sehingga dapat ditentukan parameter transformasi di Pulau Ternate dan Pulau Halmahera Bagian Barat untuk penyesuaian nilai koordinat pada peta pendaftaran dan Peta Dasar Pendaftaran.

D. Kegunaan Penelitian

Kegunaan daripada hasil penelitian ini adalah:

- a. Masukan bagi Kantor Pertanahan Kota Ternate perihal dualisme kerangka referensi kadastral yang menghasilkan perbedaan posisi dalam pengukuran dan pemetaan kadastral; dan
- b. Sumbangan bagi penyusunan Kadaster Dinamik, khususnya di Pulau Ternate dan Sekitarnya.

E. Kebaruan Penelitian (*Novelty*).

Kebaruan penelitian dipergunakan untuk mengetahui perbedaan penelitian ini dengan penelitian – penelitian terdahulu. Disamping itu untuk mencegah terjadinya plagiarisme penelitian. Penelitian – penelitian sejenis yang pernah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Judul Penelitian, Nama Peneliti dan Tahun Penelitian : Deformasi Koseismik dan Pascaseismik Gempa Yogyakarta 2006 dari Hasil Survei GPS. Hasanuddin Z.abidin, dkk/ 2009 Jurnal Geologi Indonesia.

Tujuan Penelitian : Mengestimasi deformasi koseismik dan pascaseismik gempa Jogja tahun 2006 pada daerah sesar Opak.

Metode Penelitian : Survei Kuantitatif

Hasil Penelitian : Berdasarkan hasil survei GPS pada tahun 1998, 2006, dan 2008 didapatkan keterangan bahwa besarnya deformasi koseismik gempa Yogyakarta 2006 berkisar antara 10 - 15 cm atau lebih kecil, baik dalam komponen horizontal maupun vertikal; dan deformasi pascaseismiknya dalam arah horizontal adalah sekitar 0,3 sampai 9,1 cm.

2. Judul Penelitian, Nama Peneliti dan Tahun Penelitian : Evaluasi Aplikasi GNSS CORS RTK NTRIP Untuk Pengukuran TDT Orde 4 Febrian Wahyu Hersanto/2010 Skripsi/UGM

Tujuan Penelitian : Melakukan evaluasi TDT Orde 4 yang ada dengan menggunakan teknologi GNSS CORS RTK NTRIP sesuai dengan spesifikasi pada petunjuk teknis PMNA/Ka.BPN 3/1997 dan SNI JKHN.

Metode Penelitian : Survei Kuantitatif

Hasil Penelitian : Nilai akurasi survei dengan metode GNSS CORS RTK NTRIP mencapai fraksi centimeter dalam solusi fix dengan nilai rata-rata HMSRS mencapai 2,45cm.

3. Judul Penelitian, Nama Peneliti dan Tahun Penelitian : Studi Pemetaan Titik Batas Bidang Tanah Menggunakan Aplikasi GNSS CORS Dengan Metode RTK NTRIP. Rakhmat Aries R/2010, Skripsi/UGM

Tujuan Penelitian : Membuat peta titik batas bidang tanah hasil pengukuran RTK NTRIP.

Metode Penelitian : Survei Kuantitatif

Hasil Penelitian : Nilai pergeseran yang diperoleh dari pengukuran batas bidang tanah secara langsung dalam sistem koordinat TM 3⁰ sebagai berikut :pada solusi pengukuran fix memiliki nilai pergeseran $dE = 0,192m$, $dN=0,199m$, dan $dL=0,638m$. Adapun pada solusi float memiliki nilai pergeseran $dE= 0,380$, $dN=-0,312m$ dan $dL=0,981m$.

4. Judul Penelitian, Nama Peneliti dan Tahun Penelitian : Perbandingan Hasil Ukuran Antara Receiver GNSS RTK Dengan Receiver GNSS Metode RTK-NTRIP (Studi Di Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta). Antonius Bagus Budi P/2012, Skripsi/STPN

Tujuan Penelitian :

- a) Mengetahui ketelitian antara pengukuran dengan receiver GNSS RTK dan receiver GNSS metode RTKNTRIP serta faktor yang mempengaruhinya.
- b) Mengetahui ada tidaknya perbedaan signifikan antara hasil ukuran receiver GNSS RTK dengan receiver GNSS metode RTK-NTRIP di Kabupaten Bantul, Provinsi D.I.Yogyakarta.

Metode Penelitian : Komparasi Kuantitatif

Hasil Penelitian :

- a) Ketelitian HRMS receiver GNSS RTK berkisar 0,003 meter sampai 0,007 meter. Sementara receiver GNSS metode RTK-NTRIP sampel berkisar 0,008 meter sampai 0,020 meter.
- b) Dalam taraf signifikansi 1%, 5% dan 10%, terdapat perbedaan signifikan antara hasil ukuran receiver GNSS RTK dengan receiver GNSS metode RTK-NTRIP

5. Judul Penelitian, Nama Peneliti dan Tahun Penelitian : Studi Deformasi Bendungan Darma Dengan Menggunakan Metode Survei GPS Irwan Gumilar, dkk/ 2013 Prociding/ FIT ISI.

Tujuan Penelitian : Mempelajari deformasi Bendungan Darma dengan menggunakan metode 11ampak GPS; yaitu utamanya terkait dengan Penentuan besarnya pergeseran dan pergerakan titik-titik sepanjang badan bendungan dengan metode 11ampak GPS.

Metode Penelitian : Survei Kuantitatif.

Hasil Penelitian :

- a) Survei GPS mendeteksi adanya deformasi horisontal maupun vertical dari titik-titik pantau di sekitar Bendungan Waduk Darma, dalam orde beberapa mm dalam jangka waktu sekitar 5 bulan.

b) Pergerakan horizontal Bendungan Darma cenderung mengarah ke luar waduk (menjauhi air), sedangkan untuk pergeseran vertical Nampak tidak begitu jelas (beberapa titik mengalami penurunan (*subsidence*) dan beberapa titik mengalami kenaikan (*uplift*)).

6. Judul Penelitian, Nama Peneliti dan Tahun Penelitian : Pengukuran Jaring Pemantau Tahun 2013 dan Pemetaan Geologi Di kawasan Sekitar Sesar Opak, Propinsi DIY.T. Aris Sunantyo, dkk./ 2014, Annual Engineering Seminar/Fakultas Teknik UGM.

Tujuan Penelitian : Penelitian yang bermaksud melakukan kajian bidang geodesi berupa pengukuran jaring tahun 2013 dalam system koordinat 3 dimensional dengan menggunakan datum global sebagai jaring pemantau sesar Opak dan kajian geologi berupa pemetaan singkapan

Metode Penelitian : Survei Kuantitatif.

Hasil Penelitian :

- a) Jaring pemantau sesar Opak untuk tahun pengukuran 2013 telah berhasil dipasang sebanyak 6 buah sebagai stasiun pasif dengan nama BM adalah OPK 3, OPK 4, OPK 6, OPK 7, OPK 8, dan TGD 2, sedangkan stasiun aktif BTL1, KPG1, GK1_ dan SLM1 telah dipasang sejak tahun 2010 yang dikelola oleh BPN RI propinsi DIY.
- b) Jarak antar stasiun yang berdekatan (baseline) pada jaring pemantau sesar Opak bervariasi yang terpendek 6.045,67385 m dari OPK6 ke GK1_ dan terpanjang 43.603,16313 m dari OPK 6 ke KPG1, dengan ketelitian baselinenya bervariasi dari 3,94 mm s/d 10,61mm.
- c) Simpangan baku untuk stasiun pasif dan aktif mempunyai pola simpangan baku terhadap sumbu Y (σ_y) lebih besar dari pada simpangan baku terhadap sumbu X (σ_x) dan sumbu Z (σ_z).

7. Judul Penelitian, Nama Peneliti dan Tahun Penelitian : Rekonstruksi Batas Bidang Tanah Menggunakan JRSP Kariyono/2014, Skripsi/STPN.

Tujuan Penelitian :

- a) Menguji JRSP untuk rekonstruksi batas bidang tanah.
- b) Menguji pergeseran lateral dan perbedaan luas bidang tanah hasil rekonstruksi batas bidang tanah menggunakan JRSP.

Metode Penelitian : Comparative Experiment Kuantitatif

Hasil Penelitian :

- a) Rekonstruksi batas bidang tanah menggunakan JRSP dapat dilaksanakan dengan terlebih dahulu melaksanakan transformasi koordinat dan metode Helmert paling teliti dengan varian posteriori (σ^2) = 1.143020313. 2.
 - b) Pergeseran lateral dan perbedaan luas bidang tanah hasil rekonstruksi batas bidang tanah menggunakan JRSP memenuhi syarat toleransi yang ditetapkan Petunjuk Teknis PMNA/KBPN No 3 Tahun 1997 dan dari uji t dengan taraf signifikansi (α) = 5% tidak terdapat perbedaan yang signifikan terhadap pergeseran lateral maupun perbedaan luas bidang tanah hasil rekonstruksi batas bidang tanah menggunakan JRSP.
8. Judul Penelitian, Nama Peneliti dan Tahun Penelitian : Transformasi Koordinat Titik Dasar Teknik Akibat Aktivitas Tektonik Untuk Menyatukan Dengan Sistem JRSP (Studi Kasus di Kabupaten Sleman), Roswandi/2014, Skripsi/ STPN.

Tujuan Penelitian :

- a) Mengetahui besarnya nilai/parameter pergeseran koordinat titik dasar teknik untuk menyatukan dengan JRSP di Kabupaten Sleman.
- b) Mengetahui pola pergerakan kerak bumi akibat aktivitas tektonik dan mengetahui metode transformasi apa yang cocok.

Metode Penelitian : Komparasi Kuantitatif

Hasil Penelitian :

- a) Pergeseran lateral akibat aktivitas tektonik di kabupaten Sleman sebesar 0,93 meter dengan rata-rata pertahun sebesar 0,054 meter atau 5,4 centimeter, dengan arah pergeseran ke timur laut (utaratimur).
- b) Nilai parameter pergeseran koordinat TDT di Kabupaten Sleman memakai parameter transformasi Helmert. Dari uji perbandingan dari metode transformasi Helmert dan Affine di lokasi penelitian, tidak terdapat perbedaan pola pergeseran yang berarti, sehingga dapat dikatakan bahwa pola pergeseran bersifat sebangun; Parameter transformasi di Kabupaten Sleman adalah nilai p (λ = faktor skala) sebesar 0,999999206 dan q (ω = faktor rotasi) sebesar -4,51622E-06 serta a sebesar -2,14195323 dan b sebesar 2,58705759 yang merupakan faktor translasi.

9. Judul Penelitian, Nama Peneliti dan Tahun Penelitian : Pergeseran Titik Dasar Teknik Akibat Aktivitas Sesar Opak, Anggara Apriyan Pradana/2016, Skripsi/ STPN.

Tujuan Penelitian :

- a) Membandingkan pergeseran titik-titik dasar teknik yang terjadi pada bagian timur sesar Opak dengan bagian barat sesar Opak.
- b) Menentukan pola pergeseran yang terjadi pada daerah sekitar sesar Opak.

Metode Penelitian : Komparasi Kuantitatif.

Hasil Penelitian :

- a) Besarnya pergeseran TDT orde 3 bernilai antara 0,820 m hingga 0,914 m dengan nilai rata-rata sebesar 0,875 m. Arah pergeseran yang terjadi menunjukkan azimuth dengan nilai terkecil $25^{\circ}47'45,69''$ dan nilaiterbesar $37^{\circ}40'57,51''$ dengan nilai rata-rata sebesar $32^{\circ}31'32,36''$ arah Utara-Timur.
 - b) Guna kepentingan rekonstruksi batas bidang tanah, koordinat yang dihasilkan dari pengikatan koordinat TDT Orde 3 yang bereferensi DGN95 dengan ITRF 1992 harus dilakukan transformasi menggunakan metode transformasi Helmert dengan parameter berdasarkan hasil penelitian ini adalah faktor skala (λ) sebesar 0.99999533 dan faktor rotasi (ω) sebesar $2,93''$ serta faktor translasi sebesar $a = -6.936260223$ dan $b = 7.760559082$ untuk pemanfaatan pengikatan pada CORS BPN Kantah Bantul. Parameter faktor skala (λ) sebesar 0.999995859 dan factor rotasi (ω) sebesar $2,98''$ serta factor translasi sebesar $a = -7.205501556$ dan $b = 7.448883057$ untuk pemanfaatan pengikatan pada InaCORS BIG Bantul.
 - c) Terdapat perbedaan terhadap koordinat hasil pengamatan yang diikatkan pada CORS BPN Kantah Bantul dengan koordinat hasil pengamatan yang diikatkan pada InaCORS BIG Bantul. Besar nilai pergeseran koordinat tersebut bernilai paling rendah 0,065 m dan bernilai paling tinggi 0,074 m dengan nilai rata-rata 0,070 m. Arah pergeseran pergeseran koordinat bernilai paling rendah $144^{\circ}16'21,37''$ dan bernilai paling tinggi $148^{\circ}04'44,85''$ dengan arah pergeseran rata-rata $146^{\circ}29'28,15''$.
10. Judul Penelitian, Nama Peneliti dan Tahun Penelitian : Uji Perbedaan Koordinat Titik Dasar Teknik Dalam KDKN, JRSP, dan INACORS (Studi di Desa Palbapang, Kecamatan Bantul, Kabupaten Bantul), Anita Hermawashinta Dewi / 2016, Skripsi/STPN

Tujuan Penelitian :

- a) Untuk mengetahui besar dan arah pergeseran lateral TDT orde 4 dalam kerangka referensi JRSP dan INACORS terhadap KDKN, serta INACORS terhadap JRSP di Desa Palbapang.
- b) Untuk mengetahui apakah perbedaan koordinat TDT orde 4 antar kerangka referensi KDKN, JRSP, dan INACORS di Desa Palbapang signifikan atau tidak.
- c) Untuk mengetahui transformasi koordinat apa yang cocok digunakan di Desa Palbapang.

Metode Penelitian : Komparasi Kuantitatif

Hasil Penelitian :

- a) Besar dan arah pergeseran lateral dari TDT yang terikat pada ketiga kerangka referensi tersebut adalah: a) pergeseran lateral koordinat TDT dalam JRSP terhadap KDKN rata-rata sebesar 0,916 meter dengan arah pergeseran utara-timur (timur laut); b) pergeseran lateral koordinat TDT dalam INACORS terhadap KDKN rata-rata sebesar 0,922 meter dengan arah pergeseran utara-timur (timur laut); dan c) pergeseran lateral koordinat TDT dalam INACORS terhadap JRSP rata-rata sebesar 0,021 meter dengan arah yang beragam yaitu utara-timur (timur laut), utara-barat (barat laut), selatan-barat (barat daya), selatan-timur (tenggara), dan barat.
- b) Dari hasil uji t dengan taraf signifikansi 5% diperoleh bahwa: a) perbedaan koordinat TDT dalam KDKN dengan JRSP berbeda signifikan; b) perbedaan koordinat TDT dalam KDKN dengan INACORS berbeda signifikan; sedangkan c) perbedaan koordinat TDT dalam JRSP dengan INACORS tidak berbeda signifikan.
- c) Transformasi koordinat yang cocok digunakan pada area penelitian adalah: a) Transformasi koordinat dari KDKN ke JRSP yang cocok digunakan adalah Helmert dengan *varian posteriori* sebesar 2926,580526 dan menghasilkan nilai parameter transformasi $p = 1,000011504$ (λ =faktor skala), $q = -3,16277 \times 10^{-6}$ (ω =faktor rotasi),serta $C1 = -33,11075476$ dan $C2 = -103$ yang merupakan faktor translasi. b) Transformasi koordinat dari KDKN ke INACORS adalah Helmert dengan *varian posteriori* sebesar 1419,539936 dan menghasilkan nilai parameter transformasi $p= 1,000006884$ (λ =faktor skala), $q=4,56162 \times 10^{-6}$ (ω =faktor rotasi), serta $C1= 39,35857253$ dan $C2= -64,25$ yang merupakan faktor translasi. c) Transformasi koordinat dari JRSP ke INACORS adalah Affine dengan *varian posteriori* sebesar 174,9453011 dan menghasilkan nilai parameter transformasi $p= 0,999995351$ (λ =faktor skala), $q=7,72346 \times 10^{-6}$ (ω =faktor rotasi), serta $C1= 72,46572082$ dan $C2= 39,5$ yang merupakan faktor translasi.

11. Judul Penelitian, Nama Peneliti dan Tahun Penelitian : Dampak Deformasi Lempeng Bumi Terhadap Koordinat Titik Dasar Teknik Di Pulau Ternate Dan Kabupaten Halmahera Barat Propinsi Maluku Utara (Periode 2005/2007 – 2015), Eko Budi Wahyono dkk/2016, Penelitian Strategis PPPM - STPN

Tujuan Penelitian :

- a) Mengetahui nilai dan arah deformasi posisi titik dasar teknik yang terjadi di Pulau Ternate dan Pulau Halmahera Bagian Barat.
- b) Menentukan pola deformasi titik dasar teknik yang terjadi di Pulau Ternate dan Pulau Halmahera Bagian Barat.
- c) Mengetahui pengaruh dan dampak deformasi posisi titik dasar teknik dalam administrasi pertanahan, sehingga dapat ditentukan parameter transformasi di Pulau Ternate dan Pulau Halmahera Bagian Barat untuk penyesuaian nilai koordinat pada peta pendaftaran dan Peta Dasar Pendaftaran.

Metode Penelitian : Deskriptif

Hasil Penelitian :

- a) Besar, arah dan pola deformasi titik dasar teknik di Pulau Ternate sebagai berikut : besar deformasi = 1,274865543 meter, Arah deformasi = $200^{\circ}25'52.3657''$ dan pola deformasi seragam menuju arah Selatan – Barat.
- b) Besar, arah dan pola deformasi titik dasar teknik di Kabupaten Halmahera Barat : besar deformasi = 1.230589696 meter, arah deformasi = $202^{\circ}31'6.31812''$, pola deformasi seragam menuju arah Selatan – Barat.
- c) Besara, arah dan pola deformasi Pulau Ternate dan Kabupaten Halmahera Barat tidak berbeda secara signifikan.
- d) Berdasarkan perbedaan nilai koordinat buku tugu, nilai koordinat dengan titik referensi base station JRSP Kantor Pertanahan Kota Ternate dan base station CTER Inacors Kota Ternate maka nilai koordinat buku tugu salah atau terjadi blunder.

- e) Untuk kepentingan pengukuran dan pemetaan dalam rangka kegiatan pendaftaran tanah nilai koordinat titik dasar teknik yang tercantum dalam buku tugu dan daftar koordinat tidak bisa digunakan.

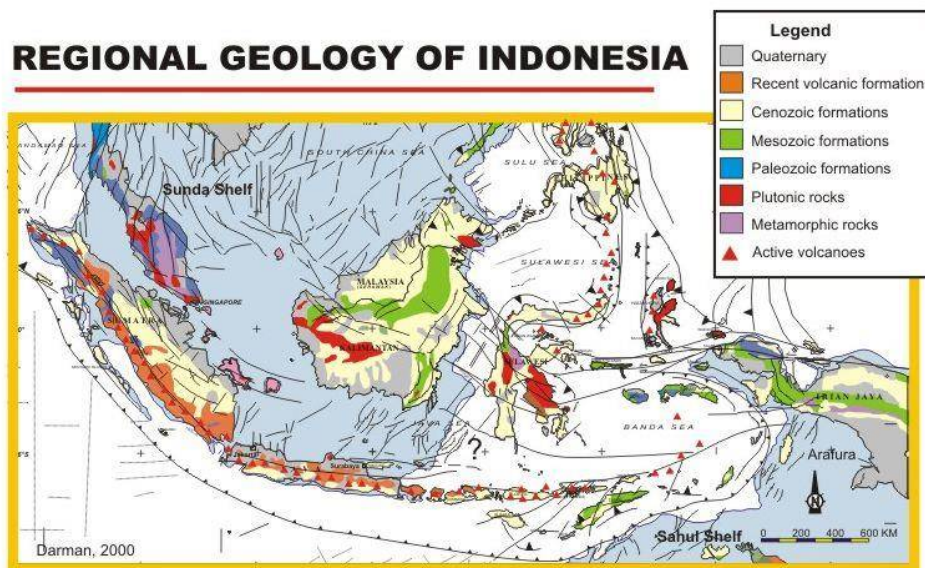
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pembentukan Geologis Kepulauan Nusantara

Kepulauan Nusantara bagian barat, terutama Jawa dan Sumatera terbentuk secara tektonik oleh adanya zona subduksi di *Java trench* yang memanjang di Samudera Hindia atau dari sebelah barat Sumatera dan sebelah selatan Jawa hingga Sunda Kecil. *Java trench* merupakan batas lempeng benua Eurasia yang bergerak ke tenggara dan lempeng samudera Hindi-Australi yang bergerak ke utara. Di daratan yang menghadap ke zona subduksi, umumnya mempunyai topografi pantai dan kedalaman laut yang cukup terjal, serta berhadapan langsung dengan laut terbuka (Soeprapto, 2004).

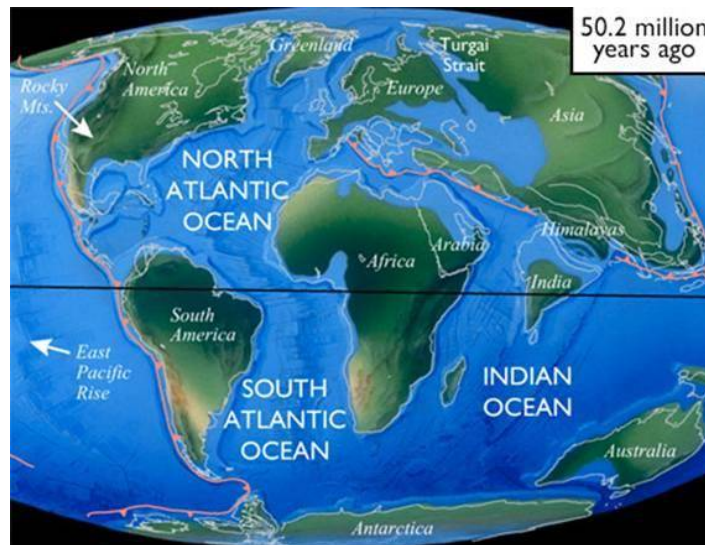
Di bagian Indonesia timur merupakan zona tumbukan lempeng yang lebih kompleks karena terbentuk dari benturan 3 lempengan besar dunia dan pergerakan pulau-pulau pecahan lempeng Eurasia dan lempeng Hindi-Australi masuk ke wilayah ini. Kamaluddin (2005) menyebutkan pecahan tepian lempeng Hindi-Australi antara lain adalah bagian timur Sulawesi, Timor, Seram, Buru, Kepulauan Sula, dan Alor. Pecahan bagian barat dan timur Sulawesi menyatu sekitar 15 juta tahun lalu. Secara lebih lengkap, zona-zona tumbukan lempeng tektonik di Indonesia diilustrasikan pada gambar berikut.



Sumber : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:INDONESIA_geology_map.jpg

Gb 3. Skema tektonik di Indonesia

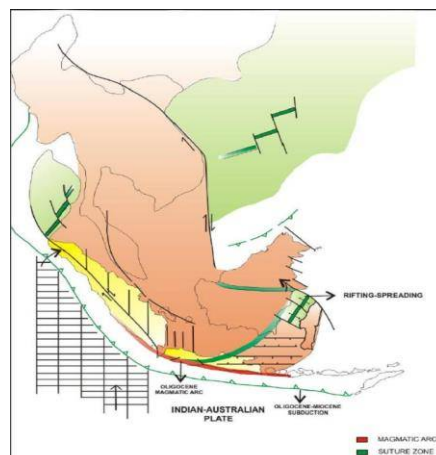
Kronologis pembentukan daratan busur kepulauan Nusantara sebagai akibat dari tumbukan lempeng diilustrasikan oleh Hall (1995) dalam Kamaluddin (2005) berikut ini. Bahwa sekitar 50 juta tahun yang lalu, Jawa dan Sumatera masih satu pulau, sedangkan Kalimantan hampir bersambung dengan ‘pulau Sulawesi’ yang kelak menjadi Sulawesi Selatan. Berpisahnya Jawa dan Sumatera terjadi kira-kira 5 juta tahun yang lalu. Ilustrasinya sebagaimana gambar berikut ini.



Sumber : <http://anisafitria02.blogspot.co.id/>

Gb 4. Kepulauan Nusantara 50 juta tahun lalu.

Berikutnya antara 50 juta hingga 25 juta tahun yang lalu mulai terbentuk pulau-pulau di bagian wilayah Indonesia bagian timur akibat aktivitas tektonik 3 lempeng besar dunia sebagaimana uraian di atas dapat diilustrasikan pada gambar berikut ini.



C. TECTONIC FRAMEWORK OF SOUTH-EAST ASIA DURING 35-20 M.A.

Sumber : https://rovicky.files.wordpress.com/2006/07/20_juta_tahun_lalu1.jpg

Gb 5. Kepulauan Nusantara 25 juta tahun lalu.

Baru sekitar 5 juta tahun yang lalu Kepulauan Indonesia terbentuk seperti sekarang ini, sebagaimana diilustrasikan pada gambar berikut.



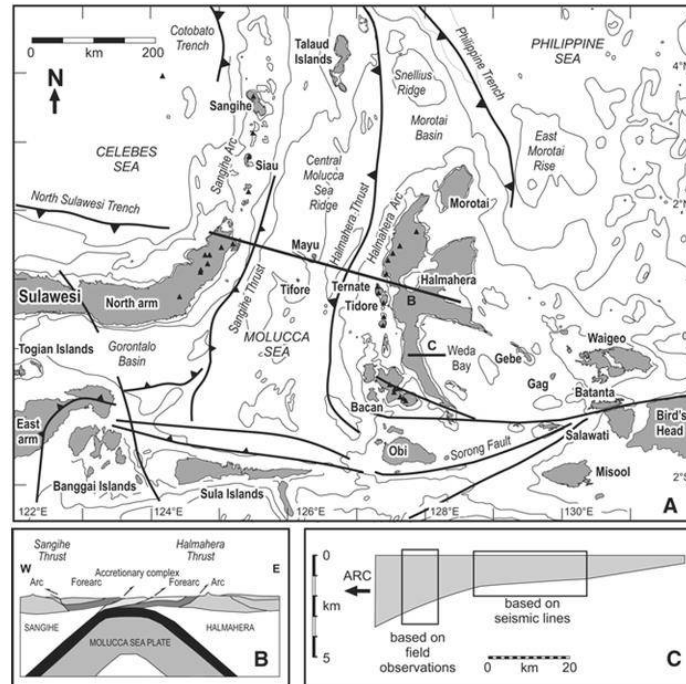
Gb 6. Kepulauan Nusantara 5 juta tahun lalu (Kamaluddin, 2005)

Akibat dari aktivitas 3 lempeng tektonik besar dunia tersebut juga telah melahirkan rangkaian kepulauan busur magmatik yang tersebar dari ujung barat Sumatera, Jawa, Bali, Lombok, Sumbawa, hingga ke Pulau Gunung Api, kemudian di sebelah utara lengan atas Sulawesi hingga Teluk Tomini, dan di sekitar lengan barat Halmahera. Subduksi adalah proses penunjaman yang terjadi di zona konvergen dimana lempeng samudra bertabrakan dengan lempeng benua, dan kemudian lempeng samudera menelusup ke bawah lempeng benua. Akibat peristiwa tumbukan atau subduksi tersebut seringkali secara geometri terjadi pertemuan tumbukan tegak lurus atau *frontal* seperti lempeng Australia terhadap lempeng Eurasia di P Jawa, Bali dan Nusa Tenggara dengan laju atau *rate* kecepatan geseran lempeng Australia yang cukup cepat (~ 70 mm/yr) dan tumbukan miring atau *oblique convergent* seperti lempeng Australia terhadap lempeng Eurasia di Sumatera. Di wilayah Timur Indonesia lempeng Pasifik dengan laju kecepatan geseran lempeng yang cepat (~ 110 mm/yr), bertumbukan dengan lempeng Australia (~ 70 mm/yr) di Irian Jaya, membentuk pegunungan setinggi >4000 meter diatas muka laut dan menimbulkan tektonik lempeng mikro aktif dengan susunan begitu rumit (Cecep Subarya, 2007).

B. Tektonik Regional Pulau Halmahera Propinsi Maluku Utara.

Menurut Anggajati, 2014 dalam <https://anggajatiwidiatama.wordpress.com>, Secara geologi dan tektonik Halmahera cukup unik, karena pulau ini terbentuk dari pertemuan empat lempeng, yaitu Eurasia, Mindanao, Pasifik dan Indo-Australia yang terjadi sejak Zaman Kapur. Di selatan Halmahera pergerakan miring sesar Sorong ke arah barat bersamaan dengan Indo-Australia, struktur lipatan berupa sinklin dan antiklin terlihat jelas pada Formasi Weda yang

berumur Miosen Tengah-Pliosen Awal. Sumbu lipatan berarah utara-selatan, timur laut-barat daya, dan barat laut-tenggara. secara tektonik, Pulau Halmahera terletak di antara empat lempeng yaitu Lempeng Australia, Lempeng Filipina, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Mindanao (Hall, 1999). Lempeng Australia terletak dibagian selatan dan dibatasi di bagian selatan oleh sistem Sesar Sorong, yang merupakan zona transpresif kompleks yang memanjang ke timur lebih dari 1500 km, dari Papua Nugini sepanjang batas utara Pulau Papua hingga kearah barat sekitar 800 km menuju Sulawesi. Lempeng Filipina saat ini bergerak kearah barat sekitar 12 cm per tahun (Moor, 1982; dalam Hall 1999). Batas lempeng Filipina (yang mencakup Halmahera) adalah palung Filipina yang terkait dengan palung Halmahera. Lempeng Eurasia memiliki batas timur di patahan Filipina selatan dan terus ke sesar Halmahera barat (Silver dan Moore, 1978; dalam Hall 1988). Lempeng Eurasia di wilayah Asia Tenggara dan Filipina merupakan daerah yang kompleks dan menyangkut banyak lempeng kecil yang bergerak semi-independen. Salah satunya adalah lempeng Mindanao yang dibatasi oleh sesar Filipina di barat dan Palung Filipina di sebelah timur. Lengan timur dan lengan barat Pulau Halmahera merupakan dua mandala tektonik yang berbeda. Perkembangan tektonik di lengan timur dapat dikenali berawal dari zaman Kapur Akhir dan zaman Tersier Awal. Fragmen batuan ultrabasa dan serpih yang diduga berusia kapur terdapat dalam batuan sedimen Formasi Dorosagu yang berumur Paleosen-Eosen. Kegiatan tektonik berikutnya terjadi pada akhir Eosen hingga Oligosen awal yang tercermin dari ketidakselarasan antara Formasi Dorosagu dan Formasi Bacan yang berumur akhir Oligosen-Miosen Awal. Kegiatan tektonik berikutnya terjadi pada Miosen Tengah, Pliosen-Plistosen, dan terakhir pada kala Holosen. Kecuali pada kala Holosen kegiatan tektonik tersebut ditandai terutama oleh penyesaran naik secara intensif serta pelipatan yang menjurus timur laut dan barat daya. Sesar normal juga banyak terdapat, umumnya berjurus barat laut dan tenggara. Kegiatan terakhir berupa pengangkatan yang terbukti oleh adanya terumbu yang terangkat sepanjang pantai. Lengan barat pulau Halmahera sebagian besar tertutup oleh produk vulkanik muda, sehingga perkembangan tektonikanya tidak dapat dikenali dengan baik. Batuan tertua adalah Formasi Bacan yang berumur Oligosen-Miosen yang tersingkap di ujung utara Pulau Halmahera.



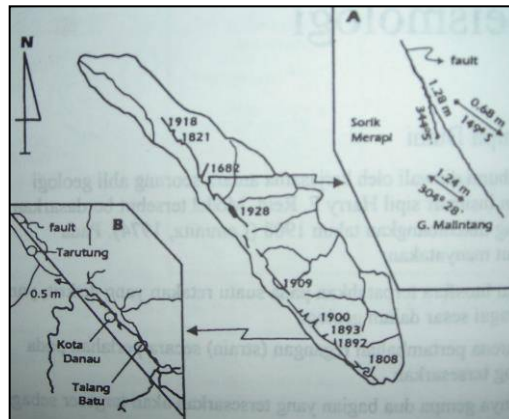
Sumber : <https://anggajatiwidiatama.wordpress.com>

Gambar 7. Zona Subduksi Pulau Halmahera, P. Ternate dan P. Tidore

C. Dampak Deformasi untuk Kadaster

Studi geodinamika bermaksud untuk memantau pergerakan kerak bumi yang sedang berlangsung (*recent crustal movement*). Melalui pengamatan geodesi-presisi pada beberapa *epoch* terhadap titik-titik kontrol yang tersebar di lokasi yang diyakini terdapat pergerakan, maka akan didapatkan arah dan besar pergerakan risen. Sebagaimana teori geologi yang menyatakan bahwa pada lempeng benua yang lebih ringan daripada lempeng samudera maka akan terjadi retak-retak dan patah-patah di tepian lempeng benua akibat tekanan yang tinggi. Retakan atau sesar pada kerak bumi ini tersebar di daratan yang dekat dengan zona tumbukan, yang polanya sangat variatif. Untuk itu perlu dipelajari peta-peta geologi, baik dalam skala regional maupun lokal. Sebagai contoh adalah adanya retakan regional di wilayah Yogyakarta yaitu sesar Opak, atau sesar Semangko yang membelah Bukit Barisan dari utara hingga selatan Pulau Sumatera. Sesar-sesar tersebut merupakan sesar yang aktif, terus menerus bergerak secara perlahan dan pasti, hingga suatu ketika terjadi gempa maka akan teraktivasi dan memporakporandakan apa yang ada di atasnya. Bersamaan dengan gempa, terjadi pula dislokasi titik-titik secara dramatis, dari kisaran centimeter hingga meter. Kejadian gempa di Tapanuli pada tahun 1892 telah menggeser titik-titik triangulasi secara lateral di sepanjang sesar Semangko sebesar 1,24 meter

dengan arah (asimut) $304^{\circ}28'$ di sisi barat dan di sisi timur sebesar 0,68 meter dengan asimut 149° . Berikutnya gempa di tempat yang sama pada tahun 1952 telah mengubah posisi bangunan sebesar 0,5 meter. Berikut ini ilustrasi dari besar dan arah pergeseran akibat gempa tersebut.



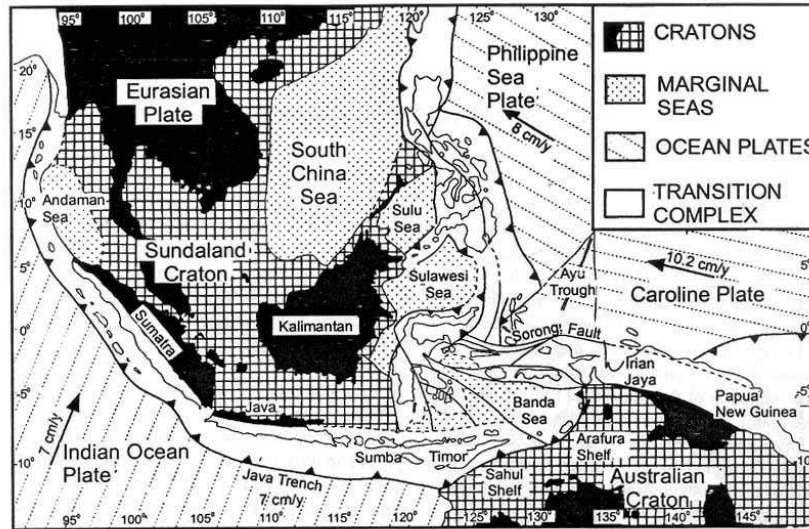
**Gb 8. Pergeseran Sesar Semangko di Sumatera akibat gempa
(Sumber : Katili & Hewuwat dalam Santoso, 2002)**

Keterangan gambar :

- A. Pergeseran horisontal titik-titik triangulasi akibat gempa bumi Tapanuli (1892)
- B. Arah pergeseran bangunan akibat gempa bumi (1952)

Deformasi yang berupa dislokasi permukaan tanah tersebut bisa dipilah menjadi perubahan posisi absolut dan posisi relatif titik-titik di permukaan tanah. Perubahan posisi tersebut bisa horisontal (terjadi pergeseran lateral) akibat sesar transform, atau bisa vertikal akibat sesar naik atau turun, atau bisa kedua-duanya. Bisa jadi pula terjadi gerakan dalam arah sebaliknya dari arah yang dipahami sebelumnya, seperti aktivitas tektonik akhir-akhir ini di Kepulauan Mentawai telah menurunkan busur kepulauan itu, padahal busur Kepulauan Mentawai dan pulau-pulau lain di barat Sumatera terbentuk karena proses pengangkatan. Sudah barang tentu kadaster akan berkepentingan dengan perubahan posisi titik-titik ikat dan posisi batas bidang tanah yang telah diukur dan didaftar pada waktu lampau untuk terjaminnya 'kepastian hukum' terhadap objek hak.

Dalam kurun waktu sekitar 15 tahun, gaya tektonik dan kegempaan telah merubah posisi relatif daripada lapisan kerak bumi, sehingga KDKN telah berubah posisinya dari yang semula. Untuk wilayah Indonesia, besar dan arah deformasi secara umum dapat disimak dari gambar 9 berikut ini,



Gb-9. Formasi Geologi Kepulauan Indonesia dan Kecenderungan Deformasinya
 (Sumber: Simanjuntak dan Barber dalam Abidin, 2014)

Terlihat pada gambar tersebut bahwa formasi geologi kepulauan Indonesia cukup kompleks, terutama di wilayah bagian timur. Besar dan arah gaya tektonik sangatlah bervariasi akibat tumbukan lempeng-lempeng besar Indi-Australi, Eurasia, Pasifik, dan lempeng Filipina, serta blok-blok geologi yang ada. Variasi tersebut akan menimbulkan besar dan arah pergeseran yang bervariasi pula antara satu blok dengan blok geologi yang lain, atau antara titik satu dengan titik lainnya yang terletak pada blok geologi yang berbeda. Kepulauan Halmahera dan Pulau Ternate dipengaruhi oleh "Caroline Plate" dengan pergeseran sebesar 10,2 cm/y dan tekanan dari "Sorong Fault".

Selama ini dalam administrasi pertanahan telah terkandung suatu pemahaman bahwa kegiatan tersebut bersifat dinamis, data akan berubah dari waktu ke waktu, sehingga diadakan kegiatan pemeliharaan data pendaftaran tanah. Tetapi kegiatan itu lebih pada perubahan subjek, objek, dan hubungan hukum antara keduanya. Dalam hal perubahan fisik / objek hak, kegiatan ini hanya meliputi pemecahan, penggabungan, pemisahan dan sejenisnya, yang merupakan langkah teknis untuk memenuhi perbuatan hukum yang terjadi atas bidang tanah. Kegiatan untuk mengantisipasi adanya perubahan posisi batas-batas bidang tanah akibat gejala geodinamika belum dilaksanakan, padahal kondisi geologis setempat yang kemungkinan berkategori aktif atau sangat aktif menuntut untuk dilaksanakan pengukuran kembali posisi batas-batas bidang. Pada kasus yang demikian, survei deformasi perlu dilaksanakan untuk mengetahui arah dan besarnya pergeseran infrastruktur pemetaan dan batas-batas bidang.

Survei geodinamika dan deformasi bisa dimulai dengan memperhatikan kondisi geologis setempat melalui media peta geologi dan kajian-kajian pendukungnya. Melalui peta geologi skala rinci akan didapatkan informasi ada tidaknya sesar pada daerah itu. Selanjutnya diidentifikasi di lapangan apakah terdapat bidang-bidang tanah yang dilalui oleh sesar tersebut. Jika kenyataannya demikian, maka perlu upaya peringatan kepada para pemegang hak untuk memperhatikan perkembangan pergerakan bidang tanahnya. Adanya jalur sesar perlu dicantumkan dalam peta-peta pendaftaran tanah yang telah ada maupun yang akan dibuat. Pada kasus bidang-bidang tanah yang demikian, akan sulit kiranya untuk menjamin kepastian hukum terhadap objek hak. Pendaftaran tanah pun perlu dilakukan dengan hati-hati, dengan pembatasan-pembatasan untuk mengantisipasi perkembangan yang terjadi. Kewajiban bagi para pemegang hak untuk melaporkan pergerakan tanahnya pun perlu dituntut, sehingga jika terjadi permasalahan dengan tetangga bidang sebelah menyebelahnya pun dapat diketahui dan diantisipasi secara dini.

Langkah teknis berikutnya adalah memantau pergerakan tanah dengan memasang monumen-monumen yang berupa tugu titik-titik kontrol yang tersebar di sepanjang sesar pada dua sisi yang berseberangan. Pengukuran geodesi presisi perlu dilakukan pada jaring kerangka kontrol ini secara berkala. Interval waktu yang dipakai untuk pengamatan biasanya adalah lima tahunan, atau bergantung dari keaktifan sesar tersebut bergerak. Pengamatan juga perlu dilakukan jika terjadi gempa besar yang sekiranya menyebabkan dislokasi dramatis titik-titik kontrol. Koordinat hasil pengamatan antar *epoch* tersebut akan bermanfaat untuk mengetahui besar dan arah dislokasi bidang-bidang tanah beserta infrastruktur pemetaannya. Koordinat-koordinat ini juga akan digunakan untuk melakukan transformasi dalam suatu sistem pemetaan kadastral antar waktu untuk menunjang kesahihan data pendaftaran tanah beserta infrastruktur titik dasar teknik.

Administrasi fisik pertanahan yang dinamis perlu dipahami dan dilaksanakan dengan baik agar permasalahan fisik perubahan bidang tanah yang berpotensi menjadi permasalahan sosial berupa persengketaan batas dapat dikelola dengan baik. Selama ini dalam Kadaster 2D atau pendaftaran terhadap bidang tanah dikenal asas pemisahan vertikal, sedangkan pada Kadaster 3D atau pendaftaran pada satuan rumah susun dan sejenisnya dikenal asas pemisahan horisontal, untuk Kadaster 4D perlu kiranya dilahirkan asas pemisahan waktu. Asas pemisahan waktu ini untuk mengantisipasi adanya perubahan posisi bidang tanah / objek hak dari waktu ke waktu.

Dalam Kadaster Dinamik (Kadaster 4D), bidang tanah diasumsikan selalu bergerak dari waktu ke waktu, sehingga posisi absolutnya selalu berubah. Demikian pula pada batas-batas bidang yang dilalui sesar akan selalu berubah secara relatif terhadap batas-batas yang lain sehingga terjadi perubahan dimensi pada bidang tanah itu dan bidang tetangganya. Dalam persoalan yang demikian, mitigasi pertanahan perlu dilaksanakan dengan memberi pemahaman terhadap para pemegang hak dan para tetangga bidang itu.

D. Dualisme Kerangka Referensi Kadastral

Sebenarnya kegiatan pengukuran geodesi di Indonesia untuk memantau pergerakan kerak bumi telah lama dilakukan, hanya saja hasilnya belum pernah menjadi perhatian dan diimplementasikan dalam kegiatan kadaster. Pemantauan gerakan kerak bumi menggunakan piranti satelit GPS telah dilaksanakan tahun 1989 oleh Bakosurtanal (sekarang bernama Badan Informasi Geospasial) di Pulau Sumatera untuk memantau pergerakan Sesar Semangko (Bukit Barisan). Jaring geodinamika yang telah terbentuk ini pada tahun 1992 selanjutnya diperluas hingga ke wilayah Indonesia bagian timur atau meliputi wilayah NKRI, selanjutnya jaring ini dinamakan *Zeroth Order Geodetic Network in Indonesia (ZOGNI)*, yaitu suatu jaringan kontrol horisontal teliti yang homogen, yang disebut juga jaring kerangka Orde 0.

Lebih lanjut, Bakosurtanal (sekarang bernama BIG) pada tahun 1996 menetapkan bahwa setiap kegiatan survei dan pemetaan di wilayah Republik Indonesia harus mengacu pada Datum Nasional 1995 (DGN-95) atau yang biasa disebut sferoid/elipsoid acuan WGS-84. Perwujudan dari DGN-95 di lapangan diwakili oleh sejumlah titik Jaring Kerangka Geodesi Nasional (JKGN) orde 0 dan orde 1 yang menyebar di wilayah RI. Pada dasarnya, kerangka (jaring) titik kontrol geodetik nasional yang ditentukan dengan GPS adalah kerangka Orde 0 (yang paling teliti) hingga kerangka Orde 3. Kerangka Orde 0 dan Orde 1 dibangun oleh Bakosurtanal. Berikutnya BPN melalui PMNA/KBPN No. 3 Tahun 1997 menyebutkan bahwa JKGN Orde 0 dan Orde 1 hasil pengukuran Bakosurtanal didensifikasikan lagi menjadi titik dasar teknik (TDT) Orde 2, Orde 3 dan Orde 4. TDT tersebut berfungsi sebagai titik ikat pengukuran dan pemetaan dalam rangka penyelenggaraan pendaftaran tanah dan untuk keperluan rekonstruksi batas. Dengan cara pengadaan seperti di atas, maka jaring kerangka kadaster telah berada dalam satu sistem.

Mengingat kondisi kepulauan Indonesia yang berada pada *dynamic region*, maka JKGN tersebut rentan terhadap pergerakan lempeng tektonik sehingga kondisi geometriknya akan berubah dari waktu ke waktu. Perubahan tersebut sangat beragam dari satu bagian wilayah ke bagian wilayah yang lain (Sunantyo dan Fahrurrazi, 2011). Andreas (2011) menyatakan bahwa untuk mengantisipasi hal itu diterapkan *semi dynamic datum* sebagai referensi pemetaannya. Dalam *semi dynamic datum* ini dikenal istilah *epoch reference*, seperti *epoch reference 1993.0*, *epoch reference 2012.0*, dan seterusnya. Dengan adanya *epoch reference – epoch reference* tersebut maka dapat dipergunakan sebagai infrastruktur dalam mewujudkan Kadaster Dinamik.

Semenjak tahun 1995 Badan Pertanahan Nasional Republik Indonesia (BPN RI) telah membangun jaring Kerangka Dasar Kadastral Nasional (KDKN) yang tugu-tugunya biasa disebut dengan Titik Dasar Teknik (TDT). Pengadaan TDT itu dilaksanakan secara hirarkhis yang diikatkan terhadap Jaring Kerangka Geodesi Nasional (JKGN) Orde 0 dan Orde 1 yang telah ada sebelumnya. JKGN tersebut dibangun oleh Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal), atau yang sekarang bernama Badan Informasi Geospasial (BIG). JKGN menggunakan DGN95 sebagai datum acuan, sehingga TDT yang dibangun oleh BPN dan terdistribusi di seluruh wilayah Indonesia juga berada pada sistem datum itu.

DGN95 sendiri merupakan datum statik, dalam arti datum yang tidak memperhitungkan geodinamika. DGN95 menggunakan *International Terrestrial Reference Frame 1992* (ITRF1992) dengan *epoch reference 1993.0* sebagai kerangka referensinya. ITRF sendiri merupakan jaring kerangka referensi global dengan jumlah titik referensinya tidak kurang dari 300 titik yang tersebar di permukaan bumi yang mengacu pada sistem referensi koordinat global *World Geodetic System 1984* (WGS-84). ITRF1992 *epoch reference 1993.0* tersebut digunakan sebagai acuan dalam pengadaan JKGN dan berlanjut dengan pengadaan KDKN.

Secara hirarkhis, TDT yang telah dibangun memiliki klasifikasi: orde 0/1, orde 2, orde 3, orde 4, dan orde perapatan. TDT itu memiliki fungsi sebagai titik kontrol dan titik ikat untuk keperluan pengukuran dan pemetaan kadastral, serta rekonstruksi batas. Tabel 1 berikut ini menyajikan jumlah TDT yang telah dibangun BPN.

Tabel 1. Jumlah TDT yang telah dibangun BPN

Orde TDT	Jumlah	Rasio cakupan terhadap wilayah nasional (%)
2	6.835	59,31
3	26.751	9,26
4	58.526	0,46

Sumber: BPN RI, 2013

Ditinjau dari distribusinya, masih diperlukan perapatan TDT untuk lingkup wilayah nasional. Sementara ini, distribusi TDT lebih terkonsentrasi di daerah yang capaian pendaftaran tanahnya tinggi, yaitu di daerah perkotaan, terutama di Pulau Jawa.

Seiring dengan waktu, ternyata aktivitas tektonik telah menggeser kerak bumi di mana tugu-tugu TDT ditanam. Dalam lingkup wilayah kepulauan Indonesia, arah dan kecepatan pergerakan tersebut antar daerah sangat bervariasi. Adanya pergerakan itu tentunya merubah pula posisi relatif antar TDT, dan merubah posisi relatif JKGK terhadap ITRF. ITRF sendiri merupakan jaring kerangka internasional yang tidak luput dari aktivitas tektonik lempeng-lempeng besar dunia, sehingga jaring kerangka global tersebut juga mengalami pergeseran seiring dengan pola pergerakan lempeng-lempeng dan blok-blok geologi pada kurun waktu yang berjalan.

Pada tahun 2009, BPN mulai membangun infrastruktur GNSS-CORS (*Global Navigation Satellite System – Continuous Operating Reference System*) untuk kepentingan survei kadastral, atau yang dikenal dengan nama Jaringan Referensi Satelit Pertanahan (JRSP). Hingga akhir tahun 2013, telah dibangun 183 *base station* CORS yang ditempatkan di Kantor-kantor Pertanahan, dengan *rover* sebanyak 279 buah. Pembangunan JRSP ini terutama di Pulau Jawa yang layanan pertanahannya relatif tinggi. Layanan sentral *server Spiderweb* ditangani oleh *master station* yang ditempatkan di Kantor BPN RI Jakarta. JRSP ini menggunakan kerangka referensi koordinat yang mengacu pada ITRF2008 *epoch* 2005.0.

Adanya perbedaan kerangka referensi antara JRSP dan KDKN akan mengakibatkan hasil pengukuran batas bidang tanah yang mengacu secara relatif terhadap JRSP-CORS akan mempunyai koordinat yang berbeda dengan hasil pengikatan terhadap TDT. Dengan demikian, pada saat ini disadari adanya dualisme kerangka referensi survei-pemetaan di BPN. Kondisi pemetaan kadastral yang tidak bereferensi pada datum yang tunggal akan menimbulkan permasalahan pada administrasi pertanahan, khususnya yang menyangkut kepastian objek hak atas tanah. Hingga saat ini pula belum dikeluarkan regulasi untuk menyatukan kerangka referensi itu. Dalam membangun JRSP, pengikatan stasiun CORS dilakukan terhadap stasiun yang berada dalam sistem Kerangka Referensi ITRF2008. Hal ini tentu berlainan dengan Kerangka Referensi KDKN yang mengacu pada ITRF1992 *epoch reference* 1993.0.

Dari ilustrasi tersebut, dapat dipahami bahwa JRSP telah meninggalkan Peraturan Menteri Negara Agraria / Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997

(PMNA/KBPN 3/97). Dalam peraturan itu disebutkan bahwa KDKN mengacu pada DGN95 dengan elipsoid referensinya adalah *World Geodetic System 1984* (WGS-84), dengan ITRF yang digunakan adalah ITRF1992 *epoch reference* 1993.0 sebagaimana diacu oleh Bakosurtanal dalam mendefinisikan koordinat JKGN. Dengan demikian, dualisme Kerangka Referensi Kadastral telah terjadi, yaitu KDKN yang berwujud TDT orde 1 hingga orde 4 (serta orde perapatan) dan JRSP yang berwujud stasiun-stasiun GNSS-CORS.

Pada Tahun 2013 Badan Informasi Geospasial, telah mengeluarkan keputusan mendefinisikan kembali sistem referensi geospasial. Berdasarkan Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2013 Tentang Sistem Referensi Geospasial Indonesia 2013 (SRGI 2013). Peraturan ini merupakan tindak lanjut dari amanah dari Undang – Undang Nomor 4 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial yang mewajibkan dalam setiap kegiatan pengukuran dan pemetaan di Indonesia menggunakan sistem referensi geospasial tunggal. Dengan berlakunya Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2013 tanggal 11 Oktober 2013, seluruh Informasi Geospasial dan produk Informasi Geospasial yang mengacu pada Sistem Referensi Geospasial selain SRGI 2013 wajib disesuaikan berdasarkan Peraturan Kepala ini paling lambat 1 (satu) tahun sejak peraturan kepala ini berlaku. Dengan berlakunya Peraturan Kepala BIG ini, DGN 95 dinyatakan tidak berlaku lagi. Dengan demikian Jaring Kontrol Geodesi Nasional yang ada di Indonesia saat ini sudah mengacu pada sistem referensi SRGI 2013. Jaring CORS yang dikelola oleh Badan Informasi Geospasial disebut dengan Inacors, Inacors juga menggunakan referensi SRGI 2013. Sehingga semua produk Informasi Geospasial yang dihasilkan oleh BIG sudah merujuk pada referensi SRGI 2013.

E. Ketelitian Dalam Peta Pendaftaran Dan Peta Dasar Pendaftaran Dan Transformasi Koordinat.

Dalam kegiatan pengukuran batas bidang tanah untuk kepentingan pendaftaran tanah, menurut petunjuk teknis Pengukuran Dan Pemetaan untuk pendaftaran tanah berdasarkan Peraturan Menteri Negara Agraria / Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997, ketelitian pengukuran batas bidang tanah sebagai berikut :

- a. Penggunaan Tanah Perumahan/Pemukiman : 10 cm.
- b. Penggunaan Tanah Pertanian : 25 cm.

Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Agraria / Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997, pasal 17 :

- 1) Peta dasar pendaftaran dapat dibuat dengan menggunakan peta lain yang memenuhi syarat sebagai berikut:
 - a. peta tersebut mempunyai skala 1 : 1.000 atau lebih besar untuk daerah perkotaan, 1 : 2.500 atau lebih besar untuk daerah pertanian dan 1 : 10.000 atau lebih kecil untuk daerah perkebunan besar;
 - b. peta tersebut sebagaimana dimaksud pada huruf a mempunyai ketelitian planimetris lebih besar atau sama dengan 0,3 mm pada skala peta;
 - c. untuk mengetahui ketelitian planimetris sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b, dilakukan dengan pengecekan jarak pada titik-titik yang mudah diidentifikasi di lapangan dan pada peta.
- 2) Apabila peta sebagaimana dimaksud pada ayat (1) tidak berada dalam sistem koordinat nasional, maka dilakukan transformasi ke dalam sistem koordinat nasional.

Selanjutnya pada pasal 43 :

- 1) Untuk bidang-bidang tanah yang telah terdaftar sebelum berlakunya peraturan ini dan belum dibuatkan peta pendaftarannya, maka dibuatkan peta pendaftaran.
- 2) Apabila di kemudian hari dilaksanakan pengukuran titik dasar teknik dalam sistem nasional, maka peta pendaftaran yang masih menggunakan sistem lokal harus ditransformasikan ke dalam peta pendaftaran dalam sistem nasional.
- 3) Tata cara pelaksanaan transformasi sebagaimana dimaksud pada ayat (2) diatur oleh Menteri.

F. Hipotesis

Setelah menyimak berbagai pustaka di atas, hipotesis yang dapat disusun dalam penelitian ini adalah: Terdapat perbedaan deformasi titik dasar teknik yang nyata di Pulau Ternate Dan Halmahera bagian barat.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Penelitian menggunakan metode deskriptif berdasarkan analisis statistik, yang mencoba mendeskripsikan besarnya deformasi titik-titik dasar teknik di Pulau Ternate dan sebagian yang ada di Kabupaten Halmahera Barat. Sebagaimana telah diilustrasikan pada gambar 9 di atas bahwa deformasi di pulau Ternate dan Kabupaten Halmahera Barat dipengaruhi oleh gaya deformasi dari arah utara – timur dan dari arah barat.

B. Lokasi Penelitian

Penelitian mengambil lokasi pulau Ternate dan Kabupaten Halmahera Barat. Dengan melakukan pengamatan menggunakan fasilitas/infrastruktur CORS dan Inacors untuk pengukuran Titik Dasar Teknik Orde 3 dan orde 2 yang ada di Pulau Ternate dan Kabupaten Halmahera Barat.

C. Data Penelitian

Penelitian menggunakan data primer dan sekunder. Data primer merupakan harga koordinat titik dasar orde 2 dan titik dasar teknik orde 3 hasil pengukuran menggunakan GNSS dengan menggunakan fasilitas titik ikat stasiun/base station CORS JRSP Kantor Pertanahan Kota Ternate dan Inacors yang ada di Kota Ternate. Titik Dasar Teknik dipilih berdasarkan kondisi fisik TDT yang masih utuh dan berdiri tegak serta tidak mengalami perubahan posisi. Diusahakan distribusi titik dasar teknik merata dalam suatu wilayah. Untuk pulau Ternate diusahakan dapat mengelilingi pulau ternate, tetapi karena keberadaan titik dasar teknik dibagian selatan pulau ternate memiliki obstruksi yang tidak baik serta banyak yang hilang. Maka tidak dipergunakan. Titik Dasar Teknik orde 3 di pulau Ternate yang dilakukan pengamatan : TDT 3104005, TDT 3104004, TDT 3104011, TDT 3104010. Titik Dasar Teknik tersebut dipilih karena memiliki obstruksi yang baik, posisi kokoh, fisik utuh dan tidak miring.

Titik Dasar Teknik di Kabupaten Halmahera Barat yang diukur adalah titik dasar teknik yang dapat mewakili wilayah Kabupaten Halmahera Barat dan memperhatikan kondisi obstruksi dan fisik titik dasar teknik tersebut. Titik Dasar Teknik yang diamati titik dasar teknik orde 2 dengan nomor sebagai berikut : TDT 31013, TDT31014, TDT31015, TDT31025 dan N15014.

Data sekunder berupa : 1). harga koordinat titik dasar teknik yang diperoleh dari Buku Tugu tahun 2005 untuk titik dasar teknik orde 3 di pulau Ternate dan buku tugu tahun 2007 untuk titik dasar teknik orde 2 di Kabupaten Halmahera Barat, 2). Peta Geologi Propinsi Maluku Utara.

D. Alat Dan Bahan Penelitian.

Alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian :

- 1) Data Rinex Base Station JRSP dan Inacors.
- 2) Data Koordinat Base Station JRSP Kantor Pertanahan.
- 3) Data Koordinat Base Station Inacors Pulau Ternate : CTERS.
- 4) Rover GNSS merk : Trimble R4.
- 5) Rover GNSS merk : Trimbel R9.
- 6) Rover merk TOPCON.
- 7) Peta Geologi Provinsi Maluku Utara.
- 8) Soft ware Pengolahan Data GNSS : **Trimble® Business Center – Versions 2.97.1, 2.98.2, 2.99.1, 3.20.1, 3.22.1, 3.30.2** © 2015 by Trimble Navigation Limited.
- 9) Soft ware Transformasi koordinat : Bakosurtanal 2005 versi 1.0
- 10) Buku Tugu Titik Dasar Teknik Orde 2 dan Orde 3.

E. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data nilai koordinat TDT orde 3 pada *epoch reference 2012.0* jika terikat pada base station Inacors CTER dan epoch reference epoch 2005.0 jika terikat pada base station JRSP Kantor Pertanahan Kota Ternate. Pengamatan menggunakan teknik survei GNSS dengan pengamatan statik menggunakan durasi pengamatan 1 jam untuk setiap sesi pengamatan pada titik dasar teknik orde 3 yang ada di Pulau Ternate dan Pulau Halmahera bagian barat,

sedangkan harga koordinat pada *epoch reference 1993.0* diperoleh dari dokumen Buku Tugu tahun 2005.

F. Teknik Analisis.

1. Pengolahan Data.

Hasil pengukuran GNSS terhadap Titik Dasar Teknik dilakukan pengolahan data secara *post processing* menggunakan soft ware pengolahan data GNSS tipe komersial : **Trimble® Business Center – Versions 2.97.1, 2.98.2, 2.99.1, 3.20.1, 3.22.1, 3.30.2** © 2015 by Trimble Navigation Limited. Data pengamatan setiap titik diamati dengan metode pengamatan static dan differential.

2. Analisis Nilai Koordinat TDT dengan epoch yang berbeda.

Analisis perbedaan nilai koordinat titik dasar teknik akibat deformasi lempeng bumi di Pulau Ternate dan Kabupaten Halmahera Barat dilakukan dengan menggunakan nilai beda koordinat. Perbedaan nilai antara koordinat :

- a) terhadap nilai koordinat hasil pengamatan GNSS dengan base station JRSP dengan buku tugu;
- b) terhadap nilai koordinat hasil pengamatan GNSS dengan base station Inacors CTERS dengan buku tugu;
- c) terhadap perbedaan nilai koordinat hasil pengamatan GNSS dengan base station JRSP dan Inacors.

3. Dampak Terhadap Administrasi Pertanahan.

Dengan mengetahui nilai pergeseran koordinat titik dasar teknik, dilakukan analisis terhadap peta – peta yang telah dibuat dan diproduksi oleh Kantor Pertanahan. Perubahan nilai koordinat pada posisi bidang tanah yang telah dipetakan, akan menyebabkan administrasi pertanahan terkait dengan posisi bidang tanah – bidang tanah tersebut mengalami perubahan khususnya administrasi terkait nilai koordinat. Solusi yang diberikan adalah membuat hubungan matematik antara koordinat yang lama (sesuai peta) dengan koordinat yang baru melalui hubungan transformasi koordinat.

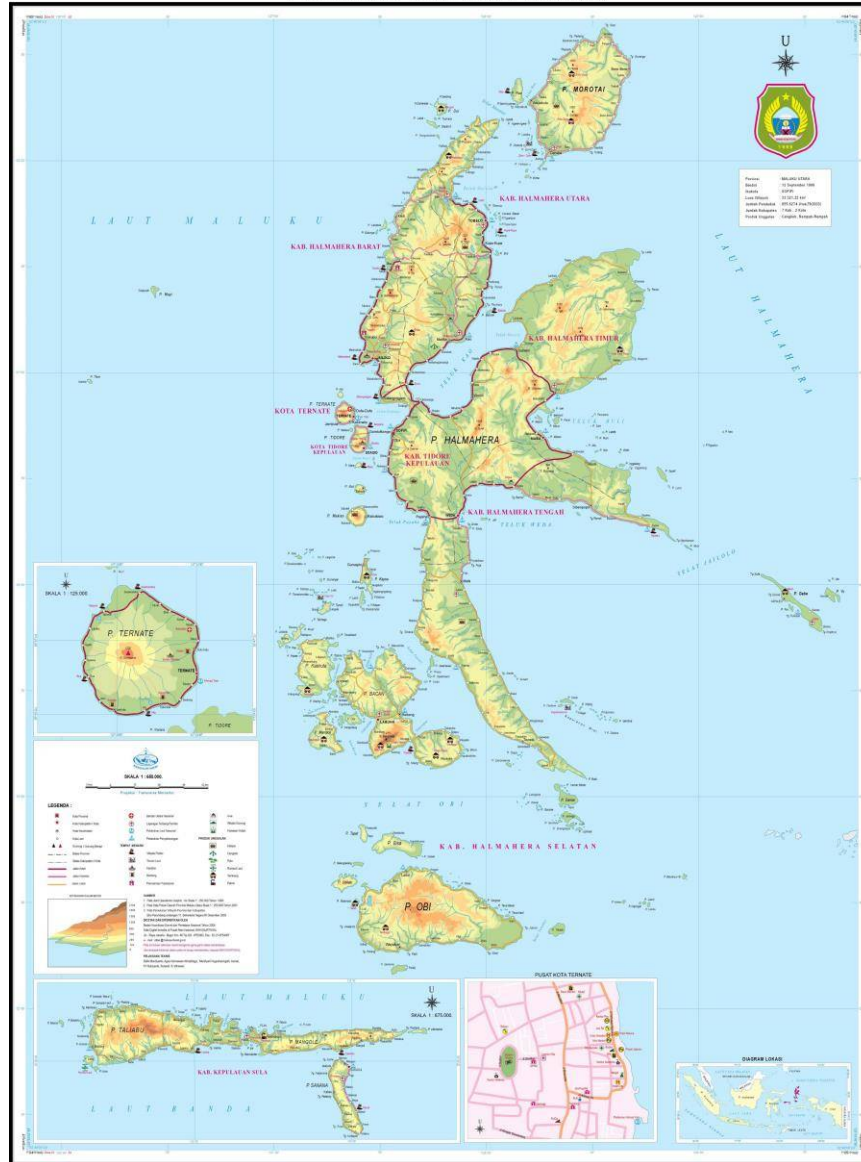
BAB IV

GAMBARAN UMUM WILAYAH

A. Gambaran Umum Propinsi Maluku Utara.

Propinsi Maluku Utara resmi terbentuk pada tanggal 4 Oktober 1999, melalui UU RI Nomor 46 Tahun 1999 dan UU RI Nomor 6 Tahun 2003. Sebelum resmi menjadi sebuah provinsi, Maluku Utara merupakan bagian dari Provinsi Maluku, yaitu Kabupaten Maluku Utara. Geografis Maluku Utara yang terletak pada Koordinat 3° 40' LS- 3° 0' LU dan 123° 50' - 129° 50' BT, sebenarnya merupakan gugusan kepulauan dengan rasio daratan dan perairan sebanyak 24 : 76. Memiliki gugusan pulau sebanyak 395 buah, 83% atau sekitar 331 pulaunya belum berpenghuni (sumber : <http://www.bpkp.go.id/malut/konten/1579/profil-provinsi-maluku-utara.bpkp>). Ibukota Propinsi Maluku Utara adalah kota Sofifi yang terletak di Pulau Halmahera yang merupakan pulau terbesarnya Provinsi Maluku Utara. Secara ekonomi kota Sofifi belum berkembang tetapi menjadi pusat pemerintahan Propinsi Maluku Utara, meskipun beberapa instansi pemerintah masih ada yang berada di Pulau Ternate. Pergerakan perekonomian daerah di Maluku Utara sebagian besar bersumber dari perekonomian rakyat yang bertumpu pada sektor pertanian, perikanan dan jenis hasil laut lainnya. Pertumbuhan ekonomi masih bertumpu di Kota Ternate, belum terdistribusi secara merata diseluruh kabupaten. Provinsi Maluku Utara terdiri atas 10 daerah Kota/Kabupaten yaitu : Kota Ternate, Kota Tidore Kepulauan, Kabupaten Halmahera Utara, Kabupaten Halmahera Timur, Kabupaten Halmahera Selatan, Kabupaten Halmahera Barat, Kabupaten Halmahera Tengah, Kabupaten Kepulauan Sula, Kabupaten Pulau Morotai, dan Kabupaten Pulau Taliabu. Luas Wilayah Provinsi Maluku Utara 31.982.50 Km². Proyeksi Penduduk berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku Utara Tahun 2015 adalah : 1.162.345 jiwa. Proyeksi Penduduk Propinsi Maluku Utara pada tahun 2016 = 1.185.912 jiwa, Tahun 2017 = 1.209.342 jiwa, tahun 2018 = 1.232.632 jiwa, tahun 2019 = 1.255.771 jiwa dan tahun 2020 = 1.278.764 jiwa. Dengan pertumbuhan penduduk yang demikian pesat setiap tahunnya, sedangkan luas daratan tetap, maka kebutuhan akan tanah untuk kehidupan manusia menjadi sangat besar. Akibatnya resiko terjadinya sengketa pertanahan menjadi tinggi. Peta Wilayah Propinsi Maluku Utara dapat dilihat pada gambar berikut ini.

PROVINSI MALUKU UTARA

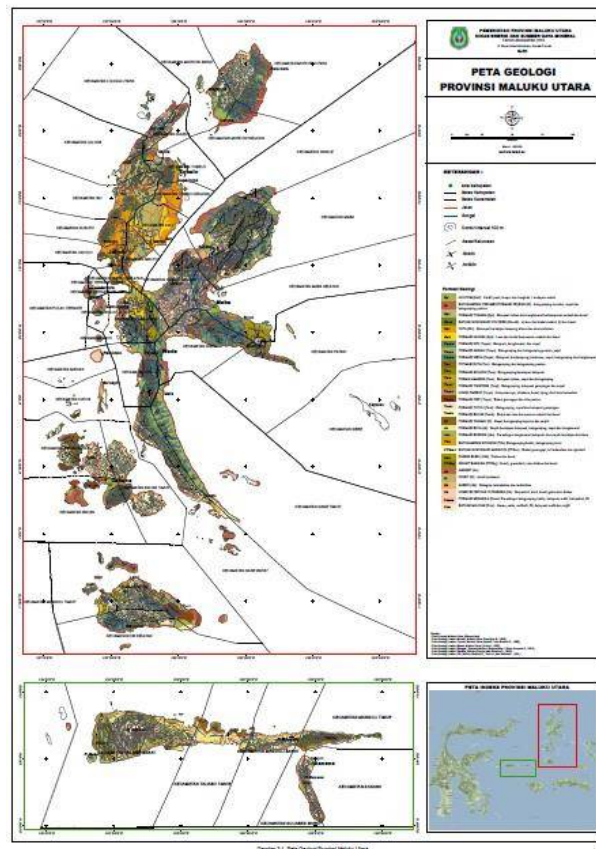


Gb-10. Gambar Peta Provinsi Maluku Utara.

B. Kondisi Geologi Propinsi Maluku Utara.

Kepulauan Maluku Utara terbentuk dari pergerakan tiga lempeng tektonik , yaitu Eurasia, Pasifik dan Indo-Australia yang terjadi sejak zaman kapur. pergerakan ini membentuk busur kepulauan gunung api kuarter yang membentang dari utara ke selatan di Halmahera bagian barat, diantaranya adalah Pulau Ternate, Pulau Tidore, Pulau Moti, Pulau Mare dan Pulau Makian. Pulau Halmahera sendiri merupakan pulau vulkanik meskipun aktivitas vulkanik yang terjadi hanya pada sebagian wilayahnya

(https://id.wikipedia.org/wiki/Maluku_Utara#Geologi). Kondisi geologi lokasi penelitian dapat diuraikan dengan berdasarkan pada Peta Geologi yang dibuat oleh Dinas Energi Dan Sumber Daya Mineral Propinsi Maluku Utara pada tahun 2012.



Gb-11. Gambar Peta Geologi Provinsi Maluku Utara.

Pada wilayah penelitian Pulau ternate, Formasi geologi terdiri dari FORMASI MENANGA (PZMM) Perselingan batu gamping hablur, batu pasir malih, batu sabak, filit. Adapun Wilayah Kabupaten Halmahera Barat didominasi formasi geologi : BATUAN GUNUNG API HOLOSEN (Qhv a/b): a)lava dan breksi andesit b)lava basal ; TUFA (Qht) : setempat bersisipan lempung tufaan dan sisa tumbuhan ; FORMASI KAYASA (Qpk) : Lava dan breksi bersusunan andesit dan basal ; FORMASI WOI : batupasir, konglomerat dan napal. Pada Pulau ternate dan wilayah Kabupaten Halmahera barat tidak dijumpai adanya garis – garis sesar/kelurusan. Sehingga dapat dikatakan pada wilayah tersebut tidak akan terjadi pergeseran lokasi secara lokal, untuk wilayah Kabupaten Halmahera Barat akan mengikuti pergerakan pulau besar Halmahera sedangkan Pulau ternate bisa bergerak mandiri atau juga mengikuti pergerakan pulau

besar Halmahera. Kepulauan Halmahera dan Pulau Ternate dipengaruhi oleh ”*Caroline Plate*” dengan pergeseran sebesar 10,2 cm/y dan tekanan dari ”*Sorong Fault*”.

C. Base Station / Titik Ikat JRSP.

Untuk mempercepat dan menjamin kepastain letak terhadap hasil pelayanan pertanahan Kementerian ATR/BPN membangun Jaringan Referensi Satelit Pertanahan (sistem CORS) diseluruh Indonesia. Pembangunan Base Station JRSP sampai tahun 2013 telah terbangun 183 base station JRSP yang tersebar di seluruh Kantor Pertanahan Kabupaten/Kota dan Kantor Wilayah BPN Provinsi. Salah satu base station yang dibangun adalah base station JRSP Kantor Pertanahan Kota Ternate. Informasi waktu pembangunan belum diperoleh, demikian halnya juga terkait dengan datum yang dipergunakan.



Gb-12. Antena Base Station Kantor Pertanahan Kota Ternate.

Berdasarkan informasi Direktorat Jendral Infrastruktur Agraria kementerian ATR/BPN diperoleh informasi koordinat base station Kantor Pertanahan Kota Ternate sebagai berikut : DATA CORS_JRSP BPN TERNATE

Koordinat Geodetis : $0^{\circ} 47' 21.46964''$ LU ; $127^{\circ} 22' 44.90986''$ BT ; 127.3702 m

Koordinat Proyeksi Peta TM3⁰ : X=Timur : 186548.712 meter ; Y=Utara : 1587267.480 meter.

Hanya data tersebut yang dapat diperoleh, informasi jenis dan merek antenna, jenis dan merek receiver, Satelit yang dapat diterima, cakupan wilayah, Mask Angle dan lain lainnya tidak diperoleh.

D. Base Station / Titik Ikat Inacors.

Inacors adalah sistem CORS yang dibangun dan dioperasikan oleh Badan Informasi Geospasial atau BIG. Dalam Inacors juga dibangun base station base station yang tersebar di seluruh Indonesia. Untuk mengetahui keberadaan dan informasi mengenai base station tersebut dapat dilihat dan diakses dengan melalui web : <http://srgi.big.go.id>. Pada menu stasiun CORS dapat diketahui lokasi base station Inacors terdekat yang dapat digunakan sebagai titik ikatnya. Proses pengukuran dengan memanfaatkan base station Inacors dapat dilakukan dengan menggunakan metode post processing. Perolehan data rinex base station Inacors dapat diperoleh melalui permohonan mendapatkan data rinex base station yang dikehendaki beserta waktu perekemannya melalui email ke Badan Informasi Geospasial dengan alamat email : info@big.go.id. Kemudian akan diperoleh invoice dari bendahara penerima Satker Sekretariat Utama BIG dan dilanjutkan pembayaran sesuai yang tertera dalam invoice. Pembayaran disetorkan ke rekening sesuai nomor yang telah dicantumkan dalam invoice. Setelah membayar sesuai yang disarankan kita memperoleh data rinex base station yang dimaksud. Proses permohonan data rinex dan penerimaan data rinex yang dikirm melalui email ini memerlukan waktu sampai dua hari. Karena harus ada klarifikasi data terlebih dahulu, bahwa pada waktu yang diharapkan base station dapat merekam data rinex dan data rinex tersebut tersedia. Karena tidak setiap waktu bisa diperoleh data rinex pada base station.



Gb-13. Antena Base Station CTER Kota Ternate.

Tabel 2. Diskripsi Base Station Inacors Kota Ternate.

Name:	Kota Ternate
Code:	CTER
IERS DOMES Number:	
Description:	
Latitude:	0° 47' 16.41894" N
Longitude:	127° 22' 58.06441" E
Height:	101.32m
Creation Date:	01/12/2010
Receiver Type:	Topcon Net G3
Receiver Serial Number:	40102084
Satellite System	GPS and GLONASS
Antenna Type:	Topcon CR.G3
Antenna Serial Number:	3631096
Antenna Reference Pnt:	
Coverage Radius:	30km
Elevation Mask:	10 °
Recording Rate:	1s
Comment:	
IP Address of SiteServer:	10.0.22.3

Pada gambar 13 diatas menunjukkan antena yang digunakan oleh Inacors di kota Ternate, base station Inacors Kota Ternate memiliki kode : CTER. Tabel 2 menunjukkan diskripsi dari base station CTER, base satation Inacors Kota Ternate.

E. Daftar Koordinat Titik Dasar Teknik Sebagaian Pulau Ternate.

Salah satu fungsi dari Titik Dasar Teknik adalah sebagai titik ikat untuk pengukuran bidang tanah. Titik dasar teknik berdasarkan kelasnya dibedakan atas titik dasar teknik orde 0/1, orde 2, orde 3, orde 4 dan orde perapatan. Untuk mengetahui koordinat titik dasar teknik dapat melihat buku tugu titik dasar teknik tersebut. Dalam penelitian ini, titik dasar teknik di Pulau Ternate yang digunakan adalah titik dasar teknik orde 3 dengan nomor 3104004, 3104005, 3104010, 3104011. Dari buku tugu titik dasar teknik tersebut diperoleh nilai koordinat sebagai berikut seperti yang terlihat pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Data Koordinat TDT di Ternate Berdasarkan Buku Tugu

Nomor TDT	Koordinat Geodetis		Koordinat Peta Proyeksi TM 3 ⁰		Height (Meter)
	Latitude (Lintang Utara)	Longitude (Bujur Timur)	X = Timur (Meter)	Y = Utara (Meter)	
TDT3104004	0°50'41.46636"	127°21'51.27851"	184890,844	1593409,861	179.736
TDT3104005	0°48'49.15918"	127°23'10.04019"	187325.719	1589960.590	171.770
TDT3104010	0°49'00.93633"	127°17'43.04605"	177216.381	1590322.692	176.341
TDT3104011	0°50'36.64003"	127°18'28.89038"	178633.850	1593261.897	86.780

Sumber : Buku Tugu Tahun 2007.

Dari buku tugu diperoleh informasi, datum yang digunakan : Ellipsoid referensi WGS84 dengan terikat pada Datum DGN95. Hal ini dapat dilihat dari tanggal pemeriksaan data ukuran : November 2007 dan tahun pengamatan : tahun 2007. Pada tahun 2007 semua kegiatan pengukuran dan pemetaan masih mengacu pada datum DGN95.

F. Daftar Koordinat Titik Dasar Teknik Sebagaian Kabupaten Halmahera Utara.

Titik dasar teknik yang diukur berada Kabupaten Halmahera Barat adalah titik dasar teknik orde 2 nomor : 31013, 31014, 31015, 31025 dan titik kontrol geodesi Jaring Kontrol Geodesi dan Geodinamika nomor N15014. Daftar koordinat titik dasar teknik diperoleh dari buku tugu dan titik kontrol geodesi diperoleh dari diskripsi titik kontrol

geodesi N15014. Daftar koordinat titik – titik tersebut dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Data Koordinat TDT di Halmahera Barat Berdasarkan Buku Tugu.

Point ID	Koordinat Geodetis		Koordinat Peta Proyeksi TM 3 ⁰		Height (Meter)
	Latitude (Lintang Utara)	Longitude (Bujur Timur)	X = Timur (Meter)	Y = Utara (Meter)	
N 15014 *)	1°03'41.0832"	127°28'01.2504"	196329.008	1617353.281	84.2506
TDT31013	1°10'58.08096"	127°30'26.60920"	200822.558	1630774.392	298.381
TDT31014	1°09'05.49015"	127°25'56.24760"	192464.935	1627316.576	158.769
TDT31015	1°07'56.89072"	127°28'32.77590"	197303.643	1625209.663	165.217
TDT31025	1°03'10.21023"	127°24'33.72920"	189913.725	1616405.234	162.806

Sumber : Buku Tugu Tahun 2005 dan *) berdasarkan diskripsi titik kontrol BIG.

Berdasarkan informasi dari buku tugu titik dasar teknik nomor : 31013, 31014, 31015, 31025. Datum yang digunakan : Ellipsoid referensi WGS84 dengan terikat pada Datum DGN95. Hal ini dapat dilihat dari tanggal pemeriksaan data ukuran : November 2005 dan tahun pengamatan : tahun 2005. Titik kontrol geodesi N15014, berdasarkan data diskripsi titik kontrol geodesi dari Badan Informasi Geospasial menggunakan datum SRGI 2013 dengan acuan epoch 2012 dan epoch reference ITRF2008.

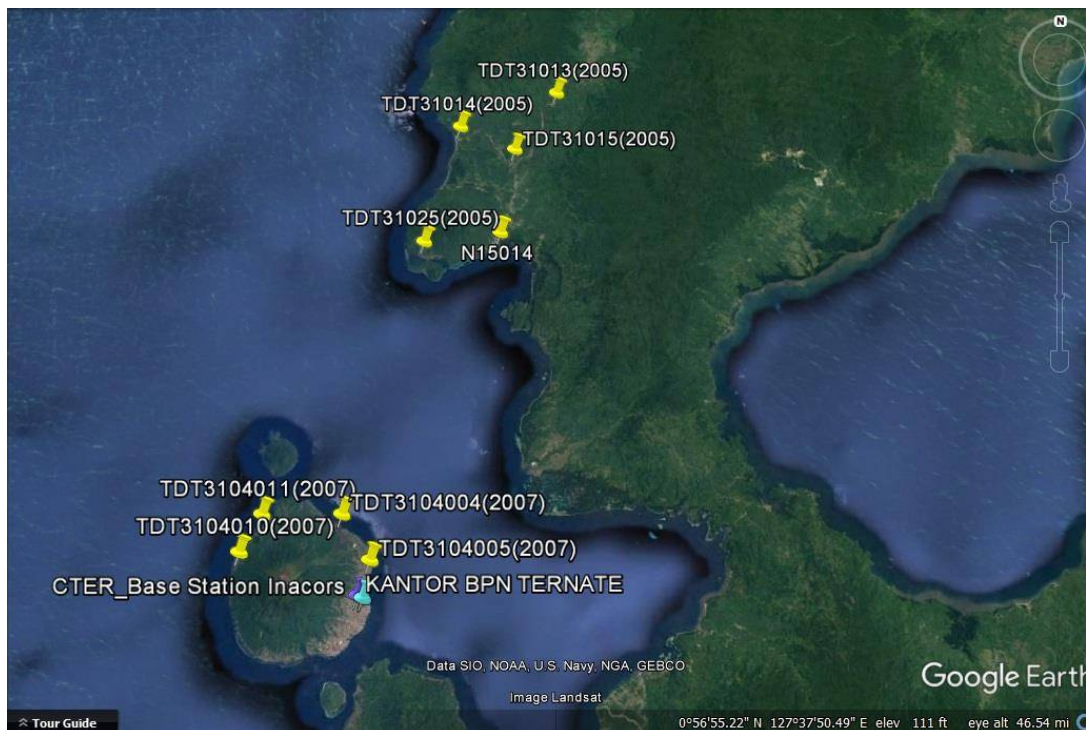
BAB V

PENGUKURAN TITIK DASAR TEKNIK DAN PENGOLAHAN DATA

A. Perencanaan Pengukuran.

1. Perencanaan Awal.

Hasil pengumpulan data titik dasar teknik dari daftar koordinat dan buku tugu dilakukan pemetaan menggunakan *google earth*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui distribusi lokasi titik dasar teknik tersebut. Distribusi lokasi titik dasar teknik ini akan digunakan untuk mengetahui bentuk jaringan, penentuan base line dan rencana pelaksanaan pengukuran. Pemilihan titik dasar teknik dilakukan dengan pertimbangan : akses mencapai lokasi mudah di tempuh, *obstruksi* atau ruang pandang yang bebas kelangit sekitar baik, sumber-sumber kesalahan multipath minimum dan jauh dari sumber – sumber interferensi elektrik. Distribusi Lokasi titik dasar teknik yang akan diukur dapat dilihat pada gambar 14 dibawah ini.



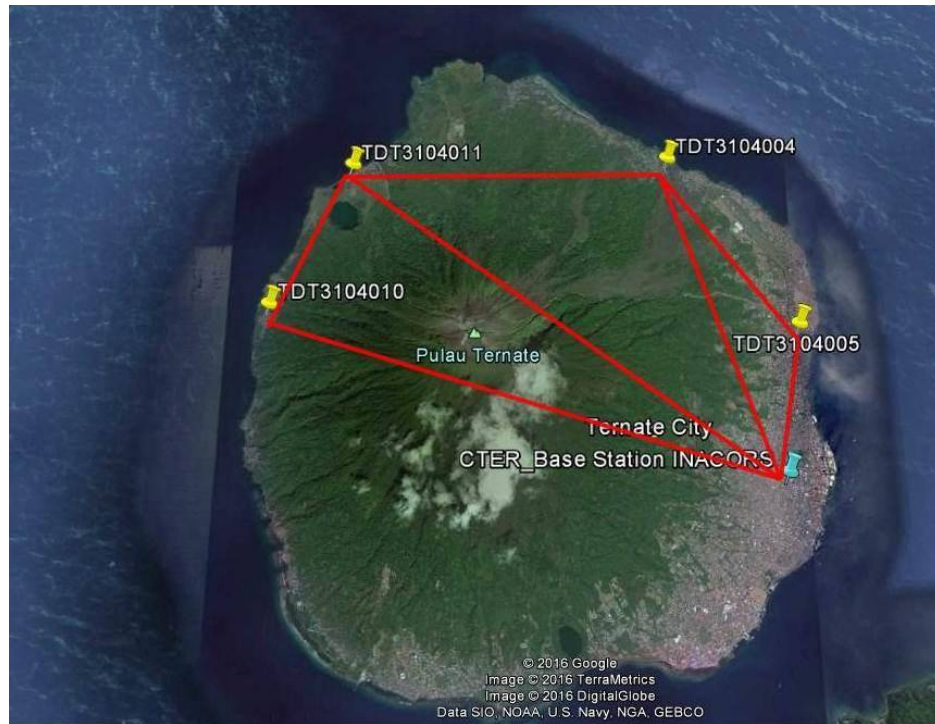
Gb-14. Distribusi TDT Pulau Ternate dan Halmahera Barat yang diamati.

Dilakukan identifikasi posisi titik dasar teknik tersebut dilapangan dan dilakukan pengecekan. Titik dasar teknik yang akan diukur semuanya terletak di tepi jalan baik jalan utama maupun jalan kampung sehingga akses untuk mencapai titik tersebut mudah dilakukan. Obstruksi relatif baik, kecuali beberapa titik yang

dipasang oleh BIG yaitu titik kontrol N.15014 yang terletak diantara bangunan kantor kecamatan memiliki obstruksi yang tidak baik. Rata – rata titik dasar teknik terletak dibawah jaringan listrik, sehingga akan dapat dipengaruhi oleh interferensi elektrik saat pengukuran. Multipath dapat saja terjadi karena letak titik dasar teknik berada di pinggir jalan, pengaruh kendaraan yang lewat dapat menimbulkan multipath saat pengamatan/pengukuran. Saat pengamatan berlangsung kondisi lalulintas cenderung sepi, kecuali di titik dasar teknik nomor 3104005 pulau Ternate. Saat pengamatan lalulintas sangat ramai, sehingga pengaruh multipath sangat besar. Sehingga perlu strategi pengamatan, sebaiknya pengamatan dilakukan pada malam hari saat lalu lintas sepi. Sehingga efek multipath dapat diminimalisir.

2. Perencanaan dan Desain Baseline Jaringan Titik Dasar Teknik.

Setelah posisi titik dasar teknik diidentifikasi dilapangan dan diploting diatas citra yang diperoleh dari google earth, dilakukan perencanaan dan desain baseline jaringan titik dasar tekni pada masing – masing lokasi. Lokasi Pulau Ternate dan Kabupaten Halmahera Barat, dibuat masing - masing. Pengukuran. Kondisi baseline dan jaringan titik dasar teknik yang akan diukur di Pulau Ternate, berdasarkan plotting posisi titik dasar teknik dan posisi titik ikat baik base station Inacors CTER maupun base station JRSP kantor Pertanahan kota Ternate tidak terlalu baik. Hal ini karena memang letak posisi kedua base station tersebut berada agak di pinggir pulau Ternate. Bentuk jaringan yang baik harusnya posisi kedua base station berada di tengah pulau Ternate atau berada di bagian selatan pulau Ternate. Keempat titik dasar teknik yang dipilih dengan pertimbangan aksesibilitas yang mudah, kondisi fisik dan obstruksi terbaik dari titik dasar teknik yang ada di Pulau Ternate. Desain baseline dan jaringan titik dasar teknik Pulau ternate dapat dilihat pada gambar 15 dibawah ini.



Gb-15. Perencanaan dan Desain Base line Jaringan TDT P. Ternate

Jumlah alat ukur/rover yang digunakan untuk pengukuran/pengamatan sebanyak 3 rover termasuk base station, sehingga untuk pengamatan sebanyak 7 base line diperlukan 2 sesi pengamatan. Perencanaan pengukuran di pulau Ternate sebagai berikut :

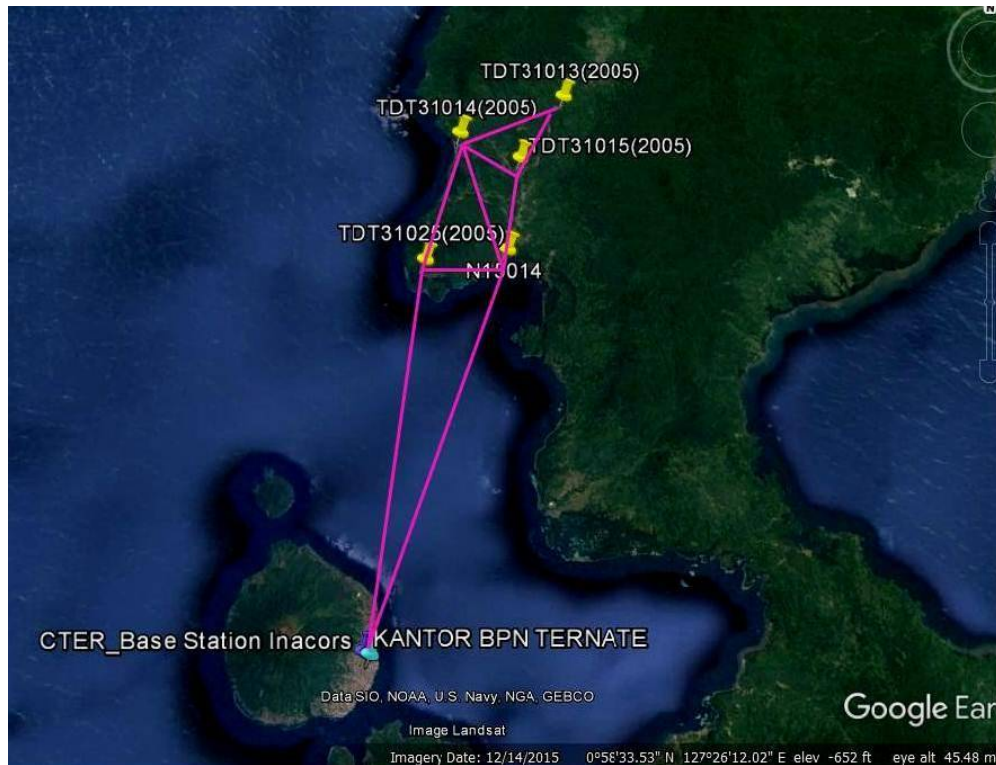
Tabel 5. Perencanaan Pengukuran : Penggunaan Rover di Pulau Ternate.

Rover Merk :	TDT 3104005	TDT 3104004	TDT 3102011	TDT 3102010	Waktu Pengamatan	Keterangan
Sesi I	Topcon	Trimbel R9	Trimbel R4_A	Trimbel R4_B	09.00 – 11.00	
Sesi II	Trimble R9	Trimble R4_A	Trimble R4_B	-	22.00 - 23.30	

Proses pengukuran di Pulau Ternate, sebenarnya cukup dilakukan dalam satu sesi pengamatan, tetapi karena ada permasalahan pada alat ukur rover merk TopCOon yang tidak kompatibel data rinexnya, maka data ukuran pada sesi I yang diperoleh dari rover TopCon tidak disertakan dalam proses pengolahan data.

Demikian juga setelah dilakukan indentifikasi titik dasar teknik dan titik kontrol nasional dilakukan plotting diatas *google earth* untuk membantu meletakkan titik dasar teknik secara relatif. Posisi titik ikat base station Inacors CTER dan base station JRSP berada di pulau Ternate, sehingga bentuk jaringan tidak baik. Tetapi untuk bentuk jaringan titik dasar teknik yang ada di Kabupaten Halmahera Barat jika tidak diikatkan pada titik ikat

base station relatif baik, meskipun belum baik dan ideal. Jarak antara titik ikat base station dengan titik dasar teknik yang akan diukur mendekati 30 Km. Dikhawatirkan terjadi kesalahan dalam pengukuran akibat bias troposfer dan ionosfer yang tinggi. Jumlah base line yang diukur sebanyak 9 base line, sedangkan jumlah rover/alat ukur 3 termasuk base station. Maka dalam pengamatan diperlukan 3 sesi pengamatan. Bentuk Desain dan baseline jaringan titik dasar teknik Kabupaten Halmahera Barat dapat dilihat pada gambar 16 dibawah ini.



Gb-16. Perencanaan Pengukuran Jaringan TDT Kabupaten Halmahera Barat.

Perencanaan pengukuran dan penggunaan rover di Kabupaten Halmahera Barat dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Perencanaan Pengukuran : Penggunaan Rover di Kabupaten Halmahera Barat.

Rover	TDT 31013	TDT 31014	TDT 31015	TDT 31025	N15014	Waktu Pengamatan
Sesi I	Trimbel R9	Trimbel R4_B	Trimbel R4_A	-	-	09.45-10.30
Sesi II		Trimbel R4_B	Trimbel R4_A	Trimbel R9		10.45-11.30
Sesi II	-	-	Trimbel R4_A	Trimbel R9	Trimbel R4_B	11.45-12.30

B. Persiapan Pengukuran.

Sebelum pengukuran, dilaksanakan kegiatan pengecekan peralatan yang akan digunakan. Pengecekan kekuatan baterai, kelengkapan alat ukur/rover (Statif, kabel konektor, kabel down load data, kabel power supply) dan kemampuan petugas ukur dalam menggunakan peralatan/rover. Terkait dengan kelengkapan dan baterai alat ukur atau rover sudah layak untuk digunakan. Kemampuan petugas ukur untuk menggunakan peralatan khususnya menggunakan rover yang akan digunakan penelitian ini belum memahami. Sehingga untuk itu diperlukan pelatihan menggunakan rover/alat ukur ini. Petugas ukur yang membantu penelitian merupakan alumni Program Diploma I Pengukuran dan Pemetaan Kadastral yang bekerja di Kantor Pertanahan Kota Ternate. Pelatihan yang dilakukan kepada petugas ukur tidak terlalu lama, karena mereka sudah menguasai tata cara penggunaan rover. Hanya saja merek yang digunakan untuk penelitian ini merek yang berbeda dari yang biasa digunakan oleh petugas ukur tersebut. Pelatihan ketrampilan ini dilaksanakan di depan hotel tempat tim penelitian menginap. Petugas ukur yang terlibat sejumlah 4 orang.



Gb-17. Pengecekan Peralatan Sebelum Survei.

C. Pelaksanaan Pengukuran.

1. Pengukuran di Pulau Ternate.

Pelaksanaan pengukuran di pulau Ternate dilakukan sesuai perencanaan pengukuran lihat tabel 5. Pengamatan dilakukan dalam 2 sesi pengamatan, setiap sesi durasi waktu sekitar satu jam atau 60 menit.



Gb-18 Pelaksanaan Pengukuran Di P. Ternate

- a. Sesi I dilakukan pengamatan terhadap : TDT 3104005, TDT 3104004, TDT 3104011 dan TDT 3104010. Pengamatan dilakukan pada saat jam 11.00 s/d 13.00, pada jam ini aktifitas masyarakat di jalan raya sangat tinggi sehingga semakin menunjukkan pengaruh efek multipath yang semakin tinggi dan kondisi efek bias Ionosfer juga sangat tinggi. Khusus pada TDT 3104005 berada di tepi jalan raya yang lalulintasnya sangat padat dan merek rover yang digunakan adalah TopCon perlu mendapat perhatian khusus. Adapun pada titik dasar teknik lainnya kondisi obstruksi cukup baik. Kecuali TDT 3104011, karena berada dibalik pagar maka antenna Rover perlu dibuat tinggi sehingga melampaui batas atas pagar. Setelah dilakukan pengamatan selanjutnya dilakukan down load data dan dilakukan proses base line. Hal ini dilakukan untuk mengetahui hasil ukuran yang telah dilakukan bisa diolah atau tidak. Ternyata hasil ukuran pada titik dasar teknik No. 3104005 tidak bisa diolah baselinenya, karena format rinex Rover TopCon yang digunakan tidak terbaca

soft ware. Maka diputuskan untuk mengukur ulang dengan menggunakan alat lainnya.

- b. Sesi II, pengamatan kembali terhadap TDT 3104005 dan TDT 3104004. diputuskan malam hari antara pukul 22.00 s/d 24.00 WIT dilakukan pengukuran kembali dengan menggunakan alat ukur Rover merk Trimbel pada TDT 3104005 dan TDT 3104004. Kondisi sekitar pengukuran sangat lenggang dan sepi, sehingga gangguan multipath akibat kendaraan yang lalu lalang tidak ada.

2. Pengukuran di Kabupaten Halmahera Barat.

Pelaksanaan pengukuran titik dasar teknik di Kabupaten Halmahera Barat dilakukan terhadap titik dasar teknik orde 2 dan titik kontrol dari jaring kontrol nasional No. N15014. Pelaksanaan pengukuran dilaksanakan dalam 3 sesi pengamatan, mengikuti rencana pengukuran seperti yang tertera pada tabel 6 diatas.



Gb-19. Pelaksanaan Pengukuran di Halmahera Barat

- a. Sesi I pengamatan dilakukan terhadap TDT Nomor 31013, 31015 dan 31014 dimulai pukul 10.00. Di lokasi TDT 31013, obstruksi diatas TDT berupa dahan pohon jeruk mengganggu pengamatan maka dilakukan pemotongan dahan dahan tersebut seijin pemilik pohon tersebut.

- b. Sesi II pengamatan dilakukan terhadap TDT nomor 31015, 31014 dan 31025, sebelum sesi ini dilakukan setelah Sesi I selesai dilaksanakan rover yang mengamati pada titik 31013 dimatikan dipindahkan ke titik TDT nomor 31025. Selama alat pindah, rover pada TDT nomor 31014 dan nomor 31015 dimatikan hal ini dilakukan untuk menghemat baterai. Setelah tiba dilokasi TDT nomor 31025, baru dilakukan pengamatan sesi II dimulai pada pukul 11.23 WIT. Kondisi fisik TDT nomor 31025 baik tetapi obstruksi tertutupi oleh tanaman. Maka dilakukan pemotongan beberapa dahan yang menutupi pengamatan GNSS, pemotongan dilakukan setelah ijin pada yang memiliki tanaman tersebut.
- c. Sesi III dilakukan pengamatan pada TDT nomor 31014, 31025 dan N15014. Sebelum pengamatan dilakukan, setelah sesi II selesai dilakukan pukul 12.30 WIT alat yang ada di TDT Nomor 31015 berpindah ke lokasi JKGN Orde 1 N15014. Pengamatan sesi III dilaksanakan hanya dalam durasi waktu 15 menit, karena rover yang ada di TDT nomor 31014, baterainya minimal dan habis sebelum waktu yang ditentukan. Meskipun demikian hasil pengamatan ini tetap dapat digunakan untuk proses hitungan jaringan. Obstruksi TDT 31014 sangat baik dan memungkinkan pengamatan GNSS. Multipath sangat minimalis apalagi posisi antenna dipasang tinggi sekali, sehingga gangguan akibat lalu lalang kendaraan bermotor tidak begitu mempengaruhi hasil pengamatan. Pengamatan selesai jam 14.00 WIT.

Antara perencanaan dan pelaksanaan pengukuran ternyata waktu pengukuran tidak bisa tepat sesuai dengan perencanaan, dikarenakan proses transportasi perpindahan alat tidak lancar dan terdapat gangguan baterai salah satu rover harus di Charge ulang agar dapat digunakan pada sesi berikutnya.

D. Pengolahan Data.

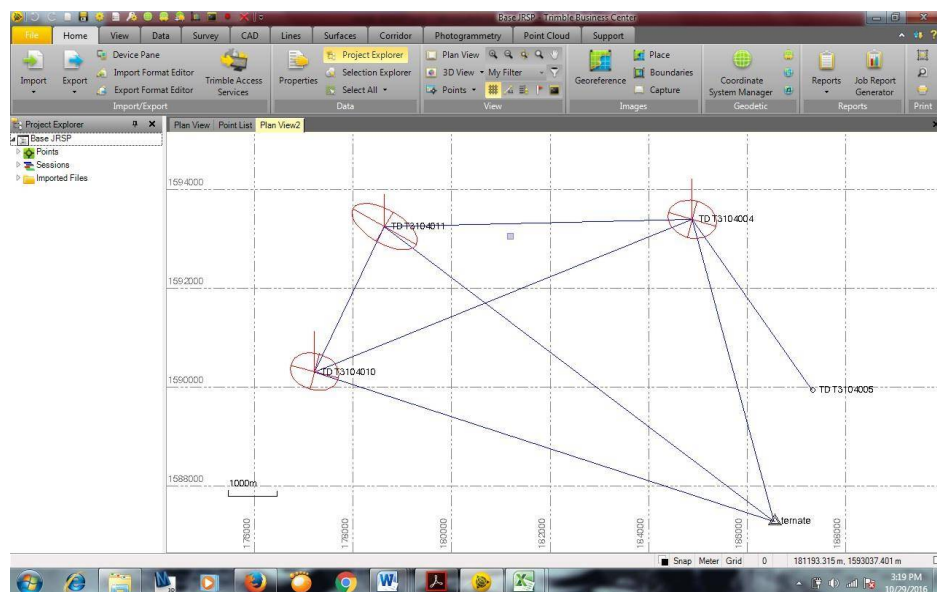
Pengolahan data pengamatan GNSS selama penelitian menggunakan soft ware komersial **Trimble® Business Center – Versions 2.97.1, 2.98.2, 2.99.1, 3.20.1, 3.22.1, 3.30.2** © 2015 by Trimble Navigation Limited yang dilengkapi dengan *dounggle* atau *key lisenca* untuk proses pengolahan data. Tahapan pengolahan data dilakukan sebagai berikut : Pengolahan base line, Input koordinat titik referensi/titik ikat,

adjustment/perataan jaringan, Nilai koordinat dalam sistem koordinat geodetic, Transformasi Koordinat menggunakan soft ware : Bakosurtanal 2005 versi 1.0, diperoleh koordinat definitive dalam sistem koordinat nasional.

1. Pengolahan Data Pengamatan Pulau Ternate.

a. Terikat Base Station JRSP Kantor Pertanahan Kota Ternate.

Setelah dilakukan down load data hasil pengukuran di Pulau Ternate baik pengukuran sesi I pada siang hari dan sesi II pada malam hari, kemudian diproses base line. Hasil proses pengolahan baseline diperoleh kondisi Fixed, artinya base line tersebut dapat dilanjutkan untuk dilakukan perataan/adjustmen terhadap titik ikat/titik referensi JRSP Kantor Pertanahan Kota Ternate. Hasil Adjustment dapat dilihat pada gambar 20 dibawah ini. Hasil pengolahan data dan adjustmen/perataan jaringan di Pulau Ternate seperti yang ditunjukkan gambar 20 diatas, ternyata data rinex yang diperoleh dari pengelola JRSP untuk pengamatan mulai jam 18.00 WITA sampai pagi hari tidak terekam pada base station JRSP Kantor Pertanahan Kota Ternate. Sehingga perataan jaringan titik dasar teknik nomor TDT 3104005 tidak ikut dalam proses adjustmen/perataan jaringan. Akibatnya ketelitian hasil adjustmen/perataan jaringan tidak diperoleh. Meskipun demikian nilai koordinat TDT 3104005 tetap didapatkan dari proses perhitungan baseline saja.



Gb-20. Hasil Pengolahan Perataan jaringan di P. Ternate dengan base station JRSP.

Dalam analisa, TDT3104005 tidak diikuti/disertakan. Karena tidak diketahui ketelitian hasil pengamatan/pengukurannya. Hasil adjustmen/perataan jaringan diperoleh nilai koordinat geodetis setiap titik dasar teknik yang diamat, selanjutnya dilakukan transformasi dari koordinat Geodetis ke sisitem koordinat Nasional yang mengacu pada sistim koordinat proyeksi peta TM3⁰, hasilnya dapat dilihat pada tabel 7 berikut ini. Khusus TDT3104005 nilai koordinat diperoleh dari perhitungan baseline. Sehingga tidak masuk dalam proses Adjusment jaringan.

Tabel 7. Hasil Adjusment Nilai Koordinat TDT P. Ternate Terikat Base Station JRSP.

Point ID	Koordinat Geodetis		Koordinat Peta Proyeksi TM 3 ⁰		Height (Meter)
	Latitude (Lintang Utara)	Longitude (Bujur Timur)	X = Timur (Meter)	Y = Utara (Meter)	
Kantah Ternate	0°47'21.46964"	127°22'44.90986 "	186548.712	1587267.480	127.370
TDT3104004	0°50'40.19058"	127°21'51.15328 "	184886.968	1593370.681	97.787
TDT3104005	0°48'48.14890"	127°23'09.88232 "	187320.836	1589929.563	90.312
TDT3104010	0°48'59.66001"	127°17'42.91791 "	177212.417	1590283.495	93.973
TDT3104011	0°50'35.36552"	127°18'28.76241 "	178629.891	1593222.755	86.780

Ketelitian hasil pengukuran ditunjukkan dengan besaran ellips kesalahan seperti yang tertulis pada tabel 8 dibawah ini.

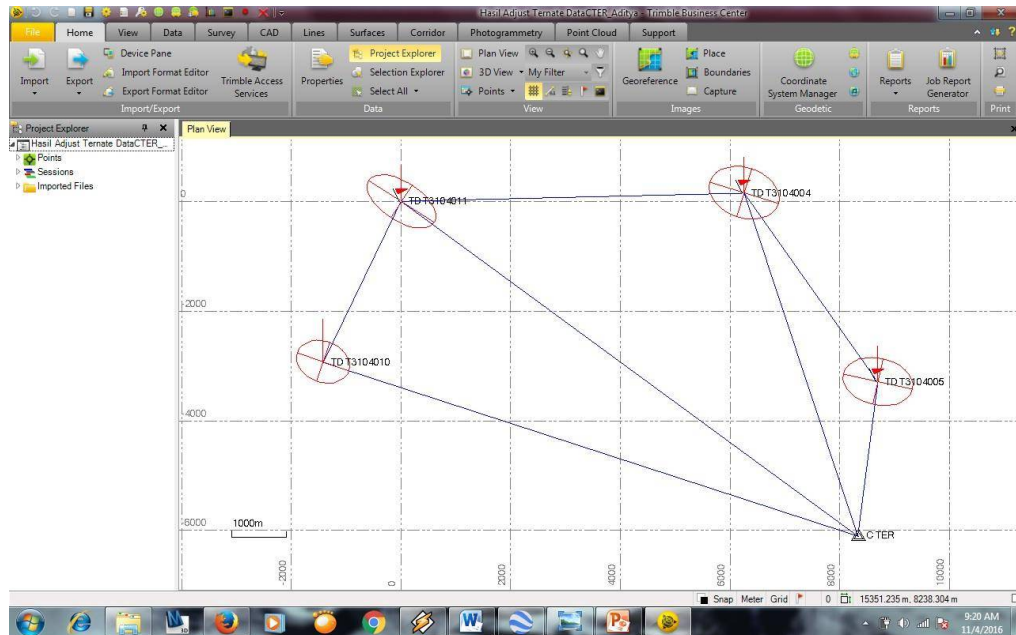
Tabel 8. Komponen Nilai Ellips Kesalahan.

Point ID	Semi-major axis (Meter)	Semi-minor axis (Meter)	Azimuth
TDT3104004	0.010	0.007	106°
TDT3104010	0.009	0.007	106°
TDT3104011	0.016	0.007	120°

b. Terikat base station CTER Inacors Kota Ternate.

Pengolahan data juga dilakukan dengan menggunakan titik referensi CTER yang merupakan titik base station Inacors di kota Ternate. Tahapan pengolahan sampai memperoleh koordinat definitif sama yaitu : Pengolahan base line, Input koordinat titik referensi/titik ikat CTER, adjustment/perataan jaringan, Nilai koordinat dalam sistem koordinat geodetic, Transformasi

Koordinat. Hasil pengolahan base line diperoleh kondisi fixed, berarti baik dan bisa diproses selanjutnya yaitu perataan/adjustmen jaringan. Base line dalam jaringan yang diharapkan terbentuk semua. Kemudian dilakukan Perataan/adjustmen, hasil perataan jaringan dapat dilihat pada gambar 21 dibawah ini.



Gb-21. Hasil Perataan jaringan P. Ternate dengan base station Inacors (CTER).

Setelah proses perataan diperoleh nilai koordinat geodetik dari semua TDT yang diukur, selanjutnya dilakukan proses transformasi koordinat dari sistem koordinat geodetik ek dalam sisitem koordinat nasional yaitu sisitem koordinat yang mengacu pada sistem proyeksi peta TM 3⁰. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 9 dibawah ini.

Tabel 9. Hasil Adjusment Nilai Koordinat TDT P. Ternate Terikat Base Station Inacors.

Point ID	Koordinat Geodetis		Koordinat Peta Proyeksi TM 3 ⁰		Height (Meter)
	Latitude (Lintang Utara)	Longitude (Bujur Timur)	X = Timur (Meter)	Y = Utara (Meter)	
CTER	0°47'16.41894"	127°22'58.06441"	186955.394	1587112.350	101.320
TDT3104004	0°50'40.15128"	127°21'51.13891"	184886.526	1593369.474	94.873
TDT3104005	0°48'47.84523"	127°23'09.90465"	187321.525	1589920.236	87.010
TDT3104010	0°48'59.62139"	127°17'42.90341"	177211.969	1590282.309	91.671
TDT3104011	0°50'35.32670"	127°18'28.74800"	178629.446	1593221.564	83.124

Karena data rinex base station CTER yang diperoleh dari pengelola Inacors sangat lengkap pengamatan selama 24 jam, maka semua base line dapat dilakukan perataan/adjustment sehingga semua titik dasar teknik yang terukur dapat mendapatkan nilai koordinat definitif beserta ketelitiannya. Representasi nilai ketelitian ditunjukkan dengan nilai elips kesalahan seperti yang tercantum dalam tabel 10 berikut ini.

Tabel 10. Komponen Nilai Ellips Kesalahan

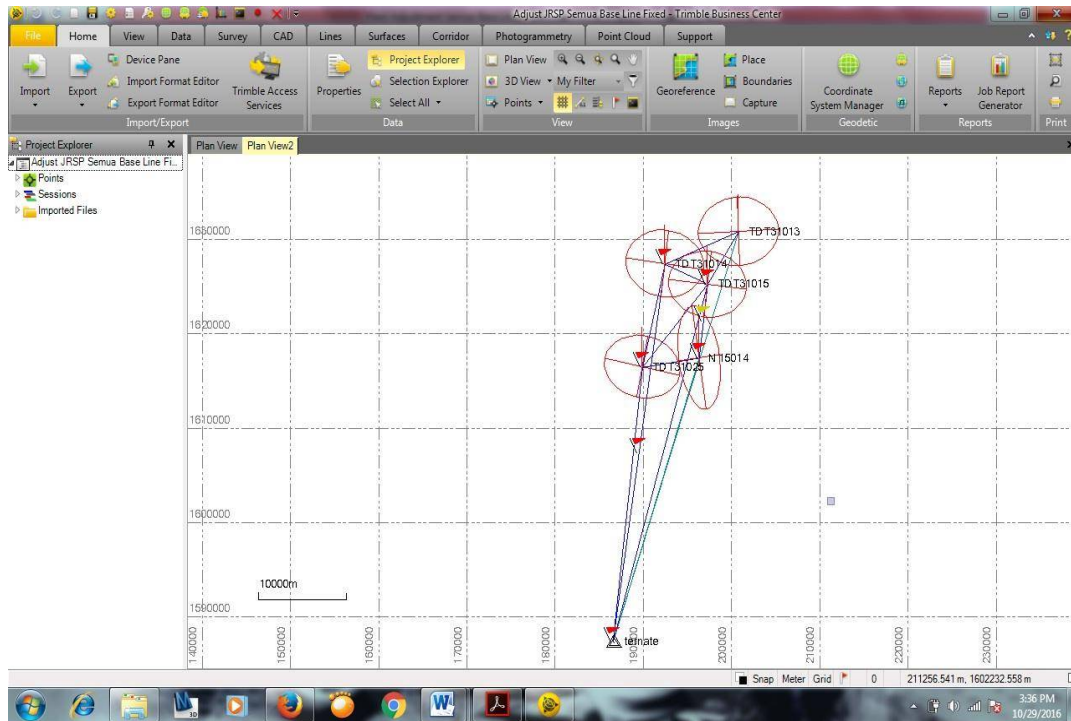
Point ID	Semi-major axis (Meter)	Semi-minor axis (Meter)	Azimuth
TDT3104004	0.031	0.021	108°
TDT3104005	0.030	0.020	102°
TDT3104010	0.025	0.019	110°
TDT3104011	0.038	0.019	123°

2. Pengolahan Data Pengamatan Kabupaten Halmahera Barat.

Semua data hasil ukuran semua titik dasar teknik dan titik kontrol sesi I, sesi II dan sesi III diolah masing masing dengan menggunakan titik referensi/titik ikat base station JRSP Kantor Pertanahan dan base station CTER Inacors.

a. Terikat Base Station JRSP Kantor Pertanahan Kota Ternate.

Pengolahan base line dengan menggunakan titik referensi base station JRSP Kantor Pertanahan Kota Ternate, tidak semuanya fixed ada beberapa base line yang fload. Sehingga untuk proses pengolahan selanjutnya yaitu perataan/adjustment jaringan tidak disertakan, hal ini terlihat dari software pengolahan data base line yang fload diabaikan. Hasil perataan jaringan di Kabupaten Halmahera Barat yang terikat base station JRSP kantor Pertanahan ternate dapat dilihat pada gambar 22 dibawah ini.



Gb-22. Hasil Perataan jaringan di Kabupaten Halmahera Barat dengan base station JRSP.

Semua titik dapat diolah baseline nya dan diproses perataan jaringan titik dasar tekniknya karena data rinx base station JRSP Kantor Pertanahan pada saat pengamatan berlangsung selama 3 sesi lengkap. Dari proses perataan/adjusmen jaringan titik dasar teknik di Kabupaten Halmahera Barat, diperoleh nilai koordinat definitif titik dasar teknik dalam sistem koordinat geodetik. Kemudian dilakukan transformasi koordinat menjadi nilai koordinat dalam sistem koordinat nasional yaitu sistem koordinat proyeksi peta TM 3⁰. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 11 dibawah ini.

Tabel 11. Hasil Adjustment Nilai Koordinat TDT Halmahera Barat Terikat Base Station JRSP.

Point ID	Koordinat Geodetis		Koordinat Peta Proyeksi TM 3 ⁰		Height (Meter)
	Latitude (Lintang Utara)	Longitude (Bujur Timur)	X = Timur (Meter)	Y = Utara (Meter)	
Kantah Ternate	0°47'21.46964"	127°22'44.90986"	186548.712	1587267.480	127.370
N 15014	1°03'41.12070"	127°28'01.26824"	196329.558	1617354.433	87.067
TDT31013	1°10'56.82400"	127°30'26.49644"	200819.069	1630735.788	215.729
TDT31014	1°09'04.23452"	127°25'56.12924"	192461.271	1627278.013	76.224
TDT31015	1°07'55.63211"	127°28'32.66367"	197300.173	1625171.009	83.237
TDT31025	1°03'08.94395"	127°24'33.60456"	189909.871	1616366.346	80.590

Berdasarkan diskripsi koordinat titik kontrol yang dikeluarkan oleh BIG, koordinat N15014 adalah ($1^{\circ}03'41.0832''$ LU ; $127^{\circ}28'01.2504''$ BT) atau (196329.008 meter ; 1617353.281 meter) dan tinggi titik 84.2506 meter. Datum yang digunakan SRGI 2013 dengan acuan epoch 2012 dan epoch reference ITRF2008. Ketelitian hasil pengukuran setiap titik dasar teknik di Kabupaten Halmahera Barat dengan pengikatan pada base station JRSP kantor Pertanahan Kota Ternate dapat dilihat pada tabel 12 di bawah ini.

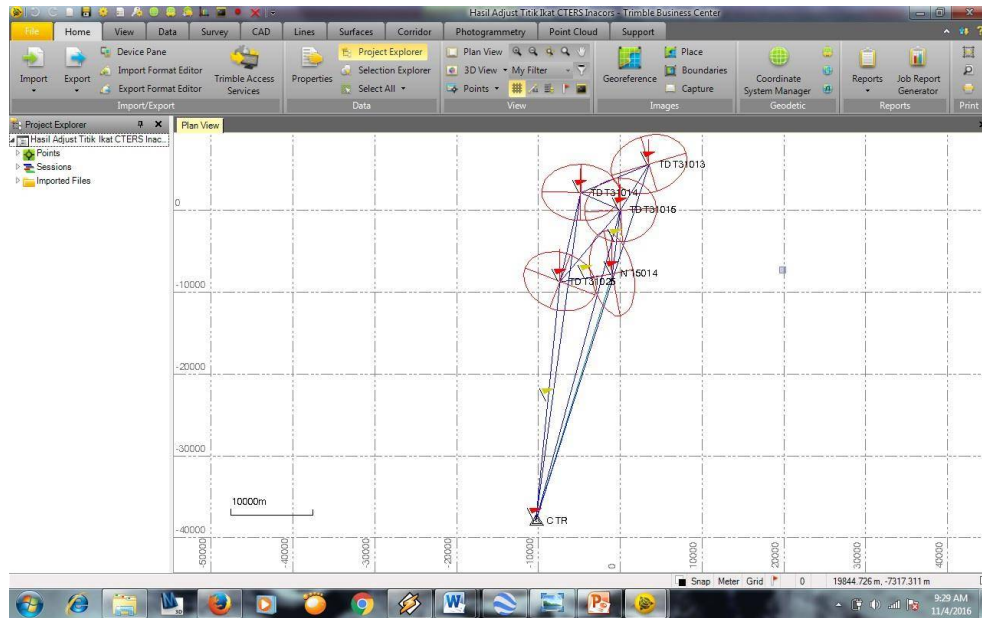
Tabel 12 Komponen nilai Ellips Kesalahan.

Point ID	Semi-major axis (Meter)	Semi-minor axis (Meter)	Azimuth
N 15014	0.093	0.040	171°
TDT31013	0.020	0.016	87°
TDT31014	0.016	0.013	98°
TDT31015	0.015	0.012	98°
TDT31025	0.018	0.014	102°

Dari tabel 12 diatas, diperoleh ketelitian Titik Ikat N15014 paling rendah dibanding yang lain yaitu sumbu mayor = 0.093 meter dan sumbu minor = 0.040 meter dengan arah 171°. Hal ini disebabkan obstruksi titik ikat N15014 yang tidak baik berada diantara 2 gedung/bangunan sehingga sudut pandang ke langit sangat terbatas.

b. Terikat base station CTER Inacors Kota Ternate.

Demikian juga pengolahan data dengan menggunakan data rinex dari base station CTER Inacors, dalam pengolahan base line terdapat juga beberapa base line yang fload. Sehingga dalam proses perataan/adjustmen jaringan tidak diikuti. Obstruksi pada titik ikat N15014 sangat tidak baik, karena titik tersebut berada diantara bangunan/gedung. Hasil pengolahan dan perataan/adjustmen jaringan yang terikat pada base station CTER Inacors dapat dilihat pada gambar 23 dibawah ini.



Gb. 23. Hasil Pengolahan Perataan jaringan di Halmahera Barat dengan base station Inacors (CTER).

Dari proses perataan/adjustmen jaringan titik dasar teknik di Kabupaten Halmahera Barat dengan titik ikat base station CTER Inacors, diperoleh nilai koordinat definitif titik dasar teknik dalam sistem koordinat geodetik. Kemudian dilakukan transformasi koordinat menjadi nilai koordinat dalam sistem koordinat nasional yaitu sistem koordinat proyeksi peta TM 3⁰. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 13 dibawah ini.

Tabel 13. Hasil Adjustment Nilai Koordinat TDT Halmahera Barat Terikat Base Station Inacors (CTER).

Point ID	Koordinat Geodetis		Koordinat Peta Proyeksi TM 3 ⁰		Height (Meter)
	Latitude (Lintang Utara)	Longitude (Bujur Timur)	X = Timur (Meter)	Y = Utara (Meter)	
CTR	0°47'16.41894"	127°22'58.06441"	186955.394	1587112.350	101.320
N 15014	1°03'41.08235"	127°28'01.25348"	196329.103	1617353.257	83.785
TDT31013	1°10'56.78743"	127°30'26.48101"	200818.593	1630734.664	212.727
TDT31014	1°09'04.19768"	127°25'56.11388"	192460.798	1627276.882	73.129
TDT31015	1°07'55.59482"	127°28'32.64879"	197299.713	1625169.863	79.309
TDT31025	1°03'08.90666"	127°24'33.58923"	189909.395	1616365.200	77.423

Berdasarkan diskripsi koordinat titik kontrol yang dikeluarkan oleh BIG, koordinat N15014 adalah ($1^{\circ}03'41.0832''$ LU ; $127^{\circ}28'01.2504''$ BT) atau (196329.008 meter ; 1617353.281 meter) dan tinggi titik 84.2506 meter. Datum yang digunakan SRGI 2013 dengan acuan epoch 2012 dan epoch reference ITRF2008. Ketelitian hasil pengukuran setiap titik dasar teknik di Kabupaten Halmahera Barat dengan pengikatan pada base station CTER Inacors dapat dilihat pada tabel 14 di bawah ini.

Tabel 14. Komponen Ellips Kesalahan.

Point ID	Semi-major axis (Meter)	Semi-minor axis (Meter)	Azimuth
N 15014	0.469	0.238	168°
TDT31013	0.087	0.063	73°
TDT31014	0.076	0.055	92°
TDT31015	0.053	0.048	87°
TDT31025	0.086	0.066	111°

Demikian juga dengan menggunakan titik referensi CTER, ketelitian yang diperoleh titik ikat N15014 lebih rendah dibanding yang lain yaitu untuk sumbu mayor = 0.469 meter dan sumbu minor = 0.238 meter dengan arah 168° .

BAB VI

BESAR, ARAH DAN POLA DEFORMASI POSISI TITIK DASAR TEKNIK DI PULAU TERNATE DAN KABUPATEN HALMAHERA BARAT

A. Analisis Data TDT Orde 3 dan orde 2 pada epoch 2005/2007 Dengan Hasil Pengamatan Tahun 2016.

Berdasarkan hasil pengolahan data pengamatan, perataan/adjustmen jaringan dan perhitungan transformasi koordinat serta data buku tugu yang ada dilakukan analisa

deformasi posisi titik dasar teknik dengan cara membandingkan nilai koordinat dan arah deformasinya.

1. Pengamatan Titik Dasar Teknik Di Pulau Ternate.

Pengamatan terhadap titik dasar teknik di Pulau Ternate dianalisis perbedaan nilai koordinat berdasarkan dua titik referensi base station yang dipergunakan. Perbedaan nilai koordinat antara yang tercantum dalam buku tugu dengan hasil ukuran dengan titik referensi base station JRSP dan CTER Inacors.

a. Perbedaan Nilai Koordinat Buku Tugu Dengan Base Station JRSP.

Perbedaan nilai koordinat titik dasar teknik di Pulau Ternate antara koordinat yang diperoleh dari buku tugu yang mengacu pada datum DGN 95 dengan koordinat titik yang sama dari hasil pengamatan dengan base station JRSP dapat dilihat pada tabel 15 berikut ini. Untuk titik dasar teknik nomor TDT3104005 tidak diikuti sertakan dalam perhitungan nilai koordinat karena ketelitian hasil pengamatan/pengukuran tidak diketahui.

Tabel 15. Perbedaan Nilai Koordinat TDT di P. Ternate antara Buku Tugu dengan Hasil ukuran dengan base station JRSP.

No. TDT	Buku Tugu (DGN 95)		Pengamatan JRSP		dX (meter)	dY (meter)	dL (meter)	Azimuth (°)
	X (meter)	Y(meter)	X(meter)	Y (meter)				
TDT3104004	184890.844	1593409.861	184886.968	1593370.681	-3.88	-39.18	39.37125571	185.6497751
TDT3104010	177216.381	1590322.692	177212.417	1590283.495	-3.96	-39.197	39.39693015	185.7746998
TDT3104011	178633.85	1593261.897	178629.891	1593222.755	-3.96	-39.142	39.34170618	185.7755144

$$dX = (X_{DGN95} - X_{JRSP}) ; dY = (Y_{DGN95} - Y_{JRSP}) ; dL = (dX^2 + dY^2)^{0.5}$$

Dari tabel 15 diatas, diperoleh perbedaan nilai koordinat titik dasar teknik antara nilai koordinat buku tugu dengan nilai hasil pengamatan dengan referensi base station JRSP rerata pergeseran secara lateral = 39.36996401 meter dengan arah pergeseran rerata = $185.7333298^0 = 185^043'59,9873''$. Nilai pergeseran lateral tertinggi pada titik dasar teknik TDT3104010 sebesar 39,39693015 meter dengan azimuth 185.7746998^0 . Sedangkan terkecil pada titik dasar teknik TDT 3104011 dengan nilai pergeseran sebesar 39.34170618 meter dengan azimuth 185.7755144^0 .

Suatu nilai perbedaan yang sangat besar yaitu 39.36996401 meter hampir 40 meter dengan arah selatan – barat dengan azimuth $185^043'59,9873''$. Agak mustahil jika perbedaan nilai koordinat ini disebabkan karena posisi pulau Ternate yang berubah.

b. Perbedaan Nilai Koordinat Buku Tugu Dengan Base Station CTER Inacors.

Analisis juga dilakukan terhadap perbedaan nilai koordinat titik dasar teknik yang diperoleh dari buku tugu dengan hasil pengolahan data hasil ukuran titik dasar teknik yang menggunakan titik referensi base station CTER. Nilai Koordinat TDT 3104005 tidak disertakan dalam proses hitungan ini untuk kepentingan kesesuaian jumlah data hasil proses perataan/adjustment menggunakan titik referensi JRSP yang didapatkan 3 data. Perbedaan nilai koordinat TDT di Pulau Ternate antara buku tugu dan hasil ukuran dengan base station CTER Inacors dapat dilihat pada tabel 16 berikut ini.

Tabel 16. Perbedaan Nilai Koordinat TDT di P. Ternate antara Buku Tugu dengan hasil ukuran dengan base station CTER Inacors.

No. TDT	Buku Tugu (DGN 95)		Pengamatan Inacors		dX (meter)	dY (meter)	dL = (meter)	Azimuth (°)
	X (meter)	Y (meter)	X (meter)	Y (meter)				
TDT3104004	184890.844	1593409.861	184886.526	1593369.474	-4.32	-40.387	40.61717485	186.1026297
TDT3104010	177216.381	1590322.692	177211.969	1590282.309	-4.41	-40.383	40.62329914	186.2350574
TDT3104011	178633.85	1593261.897	178629.446	1593221.564	-4.40	-40.333	40.57272612	186.2314955

$$dX = (X_{DGN95} - X_{Inacors}) ; dY = (Y_{DGN95} - Y_{Inacors}) ; dL = (dX^2 + dY^2)^{0.5}$$

Dari tabel 16 diatas, diperoleh nilai perbedaan koordinat hasil ukuran dengan buku tugu memiliki nilai rerata pergeseran secara lateral = 40.60440004 meter dengan arah pergeseran rerata = $186.1897275^0 = 186^{011}23.019''$. Nilai pergeseran lateral terbesar terjadi pada titik dasar teknik TDT3104010 dengan nilai pergeseran sebesar 40.62329914 meter dengan arah 186.2350574^0 . Sedangkan nilai pergeseran terkecil terjadi pada titik dasar teknik TDT3104011 dengan nilai pergeseran 40.57272612 meter serta azimuth 186.2314955^0 . Pergeseran lateral nilai koordinat antara dua data yang lebih dari 40 meter ini dicurigai bukan diakibatkan oleh pergeseran Pulau Ternate melainkan disebabkan hal lain.

2. Pengamatan di Kabupaten Halmahera Barat.

Pengamatan terhadap titik dasar teknik di Kabupaten Halmahera Barat juga dilakukan analisis perbedaan nilai koordinat berdasarkan dua titik referensi base station yang dipergunakan. Perbedaan nilai koordinat antara yang tercantum dalam buku tugu dengan hasil ukuran dengan titik referensi base station JRSP dan CTER Inacors.

a. Perbedaan Nilai Koordinat Buku Tugu Dengan Base Station JRSP.

Analisis perbedaan nilai koordinat hasil ukuran atau pengamatan titik dasar teknik dengan buku tugu hanya dilakukan pada titik dasar teknik saja, karena titik ikat N15014 memiliki datum yang berbeda dengan titik dasar teknik yang diamati. Sehingga nilai koordinat N15014 hasil perataan diabaikan. Perbedaan nilai koordinat hasil ukuran dengan titik referensi base station JRSP dengan buku tugu di Kabupaten Halmahera Barat dapat dilihat pada tabel 17 dibawah ini.

Tabel 17. Perbedaan Nilai Koordinat TDT di Kabupaten Halmahera Barat antara Buku Tugu dengan hasil ukuran dengan base station JRSP.

No. TDT	Buku Tugu (DGN 95)		Pengamatan JRSP		dX (meter)	dY (meter)	dL = (meter)	Azimuth (°)
	X (meter)	Y (meter)	X (meter)	Y (meter)				
TDT31013	200822.558	1630774.392	200819.069	1630735.788	-3.49	-38.604	38.76134591	185.1643178
TDT31014	192464.935	1627316.576	192461.271	1627278.013	-3.66	-38.563	38.73667339	185.4275708
TDT31015	197303.643	1625209.663	197300.173	1625171.009	-3.47	-38.654	38.80943978	185.1297369
TDT31025	189913.725	1616405.234	189909.871	1616366.346	-3.85	-38.888	39.07850893	185.6598236

$$dX = (X_{DGN95} - X_{JRSP}) ; dY = (Y_{DGN95} - Y_{JRSP}) ; dL = (dX^2 + dY^2)^{0.5}$$

Dari tabel 17 diatas diperoleh pergeseran lateral antara nilai koordinat buku tugu dengan pengamatan JRSP nilai rerata sebesar 38.846492 meter dengan arah pergeseran rerata = $185.3453623^0 = 185^020'43.304''$. Titik dasar teknik yang memiliki nilai pergeseran lateral tertinggi adalah TDT31025 sebesar 39.07850893 meter dengan arah azimuth 185.6598236^0 . Titik Dasar teknik yang memiliki nilai pergeseran lateral terkecil adalah TDT31014 sebesar 38.73667339 meter dengan arah azimuth 185.4275708^0 .

b. Perbedaan Nilai Koordinat Buku Tugu Dengan Base Station CTER Inacors.

Analisis perbedaan nilai koordinat titik dasar teknik hasil perataan/adjustment dengan titik referensi base station CTER Inacors dilakukan terhadap semua titik dasar teknik kecuali titik ikat N15014 memiliki datum yang berbeda dengan titik dasar teknik yang diamati. Sehingga nilai koordinat N15014 hasil perataan diabaikan. Hasil perhitungan perbedaan nilai koordinat titik dasar teknik antara buku tugu dan hasil ukuran dengan menggunakan base station CTER Inacors sebagai referensi dapat dilihat pada tabel 18 dibawah ini.

Tabel 18. Perbedaan Nilai Koordinat TDT di Kabupaten Halmahera Barat antara Buku Tugu dengan hasil ukuran dengan base station CTER Inacors.

No. TDT	Buku Tugu (DGN 95)	Pengamatan Inacors	dX	dY	dL =	Azimuth (°)
---------	--------------------	--------------------	----	----	------	-------------

	X (meter)	Y (meter)	X (meter)	Y (meter)	(meter)	(meter)	(meter)	
TDT31013	200822.558	1630774.392	200818.593	1630734.664	-3.96	-39.728	39.92537049	185.6994551
TDT31014	192464.935	1627316.576	192460.798	1627276.882	-4.14	-39.694	39.90900155	185.9500164
TDT31015	197303.643	1625209.663	197299.713	1625169.863	-3.93	-39.8	39.99356073	185.6393174
TDT31025	189913.725	1616405.234	189909.395	1616365.2	-4.33	-40.034	40.26748137	186.1730044

$$dX = (X_{DGN95} - X_{Inacors}) ; dY = (Y_{DGN95} - Y_{Inacors}) ; dL = (dX^2 + dY^2)^{0.5}$$

Dari tabel 17 diatas diperoleh pergeseran lateral antara nilai koordinat buku tugu dengan pengamatan CTER Inacors nilai rerata sebesar 40.02385354 meter dengan arah pergeseran rerata = $185.8654483^0 = 185^051'55.6139''$. Titik dasar teknik yang memiliki nilai pergeseran lateral tertinggi adalah TDT31025 sebesar 40.26748137 meter dengan arah azimuth 186.1730044⁰. Titik Dasar teknik yang memiliki nilai pergeseran lateral terkecil adalah TDT31014 sebesar 39.90900155 meter dengan arah azimuth 185.9500164⁰.

Dari tabel 17 dan tabel 18, ternyata titik dasar teknik yang memiliki nilai pergeseran tertinggi sama yaitu TDT31025 dan nilai pergeseran terendah juga sama yaitu TDT31014.

B. Analisis Perbedaan Pengamatan JRSP Dengan Inacors.

Analisis juga dilakukan terhadap perbedaan nilai koordinat titik dasar teknik hasil pengamatan dan pengolahan dengan titik referensi pada base station JRSP Kantor Pertanahan Kota Ternate dan dengan titik referensi pada base station CTER Inacors Ternate. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan datum antara base station JRSP dan base station CTER Inacors.

1. Pengamatan di Pulau Ternate.

Dari data hasil perhitungan perataan jaringan dengan titik referensi base station JRSP Kantor Pertanahan dan titik referensi CTER Inacors, dihitung perbedaan nilai koordinatnya. Hasil perhitungan perbedaan nilai koordinat titik dasar teknik di Pulau Ternate dengan titik referensi yang berbeda dapat dilihat pada tabel 19. Berikut ini.

Tabel 19. Perbedaan Nilai Koordinat TDT di P. Ternate antara hasil ukuran dengan base station JRSP base station Inacors (CTER).

No. TDT	Pengamatan JRSP		Pengamatan Inacors		dX (meter)	dY (meter)	dL = (meter)	Azimuth (°)
	X (meter)	Y (meter)	X (meter)	Y (meter)				
TDT3104004	184886.968	1593370.681	184886.526	1593369.474	-0.44	-1.207	1.285384378	200.1125883

TDT3104010	177212.417	1590283.495	177211.969	1590282.309	-0.45	-1.186	1.267793359	200.6935717
TDT3104011	178629.891	1593222.755	178629.446	1593221.564	-0.45	-1.191	1.271418892	200.4874781

$$dX = (X_{JRSP} - X_{Inacors}) ; dY = (Y_{JRSP} - Y_{Inacors}) ; dL = (dX^2 + dY^2)^{0.5}$$

Berdasarkan tabel 19 diatas diperoleh nilai rerata pergeseran lateral posisi titik dasar teknik akibat perbedaan titik referensi = 1.274865543 meter dengan arah pergeseran rerata = $200.4312127^0 = 200^0 25' 52.3657''$. Pergeseran lateral terbesar terjadi pada TDT3104004 dengan nilai 1.285384378 meter dan arah pergeseran 200.1125883^0 . Pergeseran lateral terendah terjadi pada titik TDT3104010 dengan nilai 1.267793359 meter dan arah pergeseran 200.6935717^0 .

2. Pengamatan di Kabupaten Halmahera Barat.

Dari data hasil perhitungan perataan jaringan dengan titik referensi base station JRSP Kantor Pertanahan dan titik referensi CTER Inacors, dihitung perbedaan nilai koordinatnya. Hasil perhitungan perbedaan nilai koordinat titik dasar teknik di Kabupaten Halmahera Barat dengan titik referensi yang berbeda dapat dilihat pada tabel 20. Berikut ini.

Tabel 20. Perbedaan Nilai Koordinat TDT di Kabupaten Halmahera Barat antara hasil ukuran dengan base station JRSP base station Inacors (CTER).

No. TDT	Pengamatan JRSP		Pengamatan Inacors		dX (meter)	dY (meter)	dL = (meter)	Azimuth (°)
	X (meter)	Y (meter)	X (meter)	Y (meter)				
TDT31013	200819.069	1630735.788	200818.593	1630734.664	-0.48	-1.124	1.2206359	202.9520525
TDT31014	192461.271	1627278.013	192460.798	1627276.882	-0.47	-1.131	1.225924141	202.6953629
TDT31015	197300.173	1625171.009	197299.713	1625169.863	-0.46	-1.146	1.234874893	201.8703367
TDT31025	189909.871	1616366.346	189909.395	1616365.2	-0.48	-1.146	1.240923849	202.5559346

$$dX = (X_{JRSP} - X_{Inacors}) ; dY = (Y_{JRSP} - Y_{Inacors}) ; dL = (dX^2 + dY^2)^{0.5}$$

Berdasarkan tabel 20 diatas diperoleh nilai rerata pergeseran lateral posisi titik dasar teknik akibat perbedaan titik referensi = 1.230589696 meter dengan arah pergeseran rerata = $202.51842170 = 202^0 31' 6.31812''$. Pergeseran lateral terbesar terjadi pada TDT31025 dengan nilai 1.240923849 meter dan arah pergeseran 202.5559346^0 . Pergeseran lateral terendah terjadi pada titik TDT31013 dengan nilai 1.2206359 meter dan arah pergeseran 202.9520525^0 .

3. Analisis Perbedaan Pengamatan JRSP dan Inacors.

Perbedaan nilai koordinat rerata dengan titik referensi base station yang berbeda di Pulau Ternate sebesar 1.274865543 meter dengan arah pergeseran rerata = $200.4312127^0 = 200^025'52.3657''$. sedangkan di Kabupaten Halmahera Barat sebesar 1.230589696 meter dengan arah pergeseran rerata = $202.51842170 = 202^031'6.31812''$. Perbedaan nilai koordinat secara lateral di dua tempat tersebut terdapat perbedaan kurang lebih 5 cm, Software yang digunakan pengolahan data GNSS adalah software jenis komersial maka dapat dikatakan tidak ada perbedaan yang signifikan antara pengamatan di Pulau Ternate dan Kabupaten Halmahera Barat. Dengan demikian kedua kelompok data tersebut di jadikan satu untuk melihat perbedaan secara menyeluruh dari dua pengamatan ditempat yang berbeda tersebut. Untuk mengetahui perbedaan hasil pengamatan titik dasar teknik dengan titik referensi base station yang berbeda dapat dilihat pada tabel 21 dibawah ini.

Tabel 21. Perbedaan Nilai Koordinat TDT antara pengamatan JRSP dan Inacors.

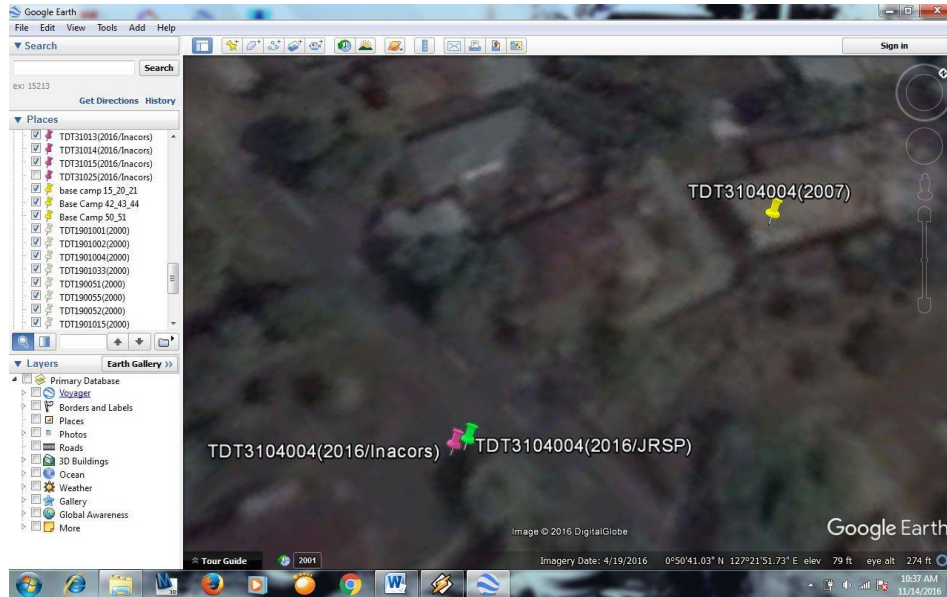
No. TDT	Pengamatan JRSP		Pengamatan Inacors		dX (meter)	dY (meter)	dL = (meter)	Azimuth (°)
	X (meter)	Y (meter)	X (meter)	Y (meter)				
TDT3104004	184886.968	1593370.681	184886.526	1593369.474	-0.44	-1.207	1.285384378	200.1125883
TDT3104010	177212.417	1590283.495	177211.969	1590282.309	-0.45	-1.186	1.267793359	200.6935717
TDT3104011	178629.891	1593222.755	178629.446	1593221.564	-0.45	-1.191	1.271418892	200.4874781
TDT31013	200819.069	1630735.788	200818.593	1630734.664	-0.48	-1.124	1.2206359	202.9520525
TDT31014	192461.271	1627278.013	192460.798	1627276.882	-0.47	-1.131	1.225924141	202.6953629
TDT31015	197300.173	1625171.009	197299.713	1625169.863	-0.46	-1.146	1.234874893	201.8703367
TDT31025	189909.871	1616366.346	189909.395	1616365.2	-0.48	-1.146	1.240923849	202.5559346

Dari tabel 21 diatas diperoleh nilai rerata pergeseran secara lateral sebesar 1.249565059 meter dengan azimuth = $201.6239036^0 = 201^037'26.05296''$, nilai simpangan baku (σ) pergeseran secara lateral = 0.03 meter = 3 cm. Berdasarkan distribusi nilai pergeseran lateral seluruh titik yang diamati, maka dapat diartikan bahwa base station JRSP dan base Station CTER Inacors berbeda datum. Berdasarkan data dari diskripsi base station CTER dari web : <http://srgi.big.go.id>. disebutkan datum yang dipergunakan base station CTER adalah SRGI2013. Berarti menggunakan epoch referensi 2012 dan epoch reference ITRF2008. Adapun datum JRSP belum teridentifikasi. Maka dapat dikatakan terjadi

perbedaan datum antara base station JRSP Kantor Pertanahan dengan base station CTER Kota Ternate. Untuk kegiatan pengukuran dan pemetaan dengan metode ekstraterstris yang memanfaatkan teknologi GNSS sebaiknya menggunakan titik ikat atau titik referensi base station CTER Kota Ternate. Hal ini mengikuti peraturan perundang undangan yang berlaku yaitu Undang – Undang Nomor 4 tahun 2011 tentang Informasi Geospasial terkait penyatuan satu sistem referensi. Jika ingin melakukan pengukuran dan pemetaan dengan teknologi GNSS menggunakan base station referensi JRSP Kantor Pertanahan Kota Ternate harus dilakukan transformasi koordinat terlebih dahulu.

C. Analisis Deformasi Titik Dasar Teknik.

Dari perbedaan nilai koordinat titik dasar teknik di Pulau Ternate antara nilai koordinat buku tugu dengan nilai hasil pengamatan dengan titik referensi base station JRSP diperoleh nilai rerata pergeseran secara lateral = 39.36996401 meter dengan arah pergeseran rerata = $185.7333298^0 = 185^043'59,9873''$. Perbedaan nilai koordinat titik dasar teknik dipulau Ternate dengan titik referensi CTER Inacors hasil ukuran dengan buku tugu diperoleh nilai rerata pergeseran secara lateral = 40.60440004 meter dengan arah pergeseran rerata = $186.1897275^0 = 186^011'23.019''$. Perbedaan nilai koordinat titik dasar teknik di Kabupaten Halmahera Barat antara buku tugu dengan data ukuran pengamatan JRSP diperoleh nilai rerata sebesar 38.846492 meter dengan arah pergeseran rerata = $185.3453623^0 = 185^020'43.304''$. Jika menggunakan titik referensi base station CTER Inacors diperoleh nilai pergeseran lateral rerata sebesar 40.02385354 meter dengan arah pergeseran rerata = $185.8654483^0 = 185^051'55.6139''$. Dari perhitungan – perhitungan tersebut diperoleh nilai rerata pergeseran lateral sebesar = 39.67174816 meter dengan arah $185.7580296^0 = 185^045'28.90656''$. Contoh posisi TDT hasil pengukuran GNSS dengan base station JRSP, Inacors dan buku tugu dapat dilihat pada gambar 24 dibawah ini.



Gb. 24. Posisi TDT3104004(Inacors), TDT3104004(JRSP) dan TDT3104004(2007).
pada google earth.

Kemudian terkait dengan nilai rerata pergeseran lateral akibat perbedaan antara base station JRSP Kantah Kota Ternate dan Base Station CTER Inacors sebesar 1.249565059 meter dengan azimuth $= 201.6239036^0 = 201^037'26.05296''$. Maka perbedaan nilai koordinat berdasarkan buku tugu dengan hasil ukuran menggunakan metode GNSS menghasilkan nilai pergeseran yang besar yaitu sekitar 38.422183101 meter. Menurut Sunantyo dan Fahrurrazi, 2011, Posisi Pulau Halmahera dan Pulau Ternate terletak dalam wilayah yang dipengaruhi oleh pergerakan lempeng *Caroline Plate* dan *Philippine Sea Plate* dan termasuk dalam wilayah yang kompleks akibat pergerakan lempeng bumi. Lempeng Filipina saat ini bergerak ke arah barat sekitar 12 cm per tahun (Moor, 1982; dalam Hall 1999). Batas lempeng Filipina (yang mencakup Halmahera) adalah palung Filipina yang terkait dengan palung Halmahera. Lempeng Eurasia memiliki batas timur di patahan Filipina selatan dan terus ke sesar Halmahera barat (Silver dan Moore, 1978; dalam Hall 1988). Berdasarkan hal tersebut perbedaan waktu antara tahun 2005 sampai dengan 2012 sesuai epoch datum SRGI harusnya pergeseran lempeng Filipina akan mengakibatkan pergeseran Pulau ternate dan Pulau Halmahera sebesar 84 cm ke arah barat. Dan ini tentu akan mempengaruhi nilai koordinat titik dasar teknik yang telah diukur pada tahun 2005 atau 2007 tersebut, sehingga pergeseran lateral titik dasar teknik kurang lebih mendekati 84 cm dengan arah barat.

Demikian juga menurut Soeprapto, 2004, „lempengan-lempengan kaku /lithosfir tersebut terus-menerus bergerak secara lateral. dengan kecepatannya 3 – 13 cm per tahun. Sehingga dalam durasi waktu 10 tahun pergerakan lempeng tersebut berkisar antara 30 – 130 cm saja. Maka jika terdapat perbedaan secara lateral sebesar 38,42218301 meter dapat dipastikan pergeseran dan deformasi posisi titik dasar teknik tersebut tidak 100% disebabkan oleh pergerakan lempeng bumi. Ada sebab lain, kemungkinan terbesar adanya kesalahan blunder secara sistematis dalam pengukuran dan pengolahan data saat itu. Dan nilai koordinat hasil pengukuran dan pengolahan tersebut diadministrasikan dalam buku tugu dan daftar koordinat. Sehingga perbedaan nilai koordinat yang tercantum didalam buku tugu dengan hasil ukuran pengamatan GNSS dengan titik referensi tidak dapat digunakan untuk mengetahui besar, arah dan pola deformasi titik dasar teknik yang ada di Pulau Ternate dan Kabupaten Halmahera Barat. Untuk mengetahui besar, arah dan pola deformasi titik dasar teknik di Pulau Ternate dan Kabupaten Halmahera Barat adalah dengan menggunakan perbedaan nilai koordinat hasil pengukuran menggunakan titik referensi base station JRSP kantor pertanahan Kota Ternate dengan titik referensi base station CTER Ternate. Datum kedua base station tersebut berbeda, base station JRSP Kantor Pertanahan menggunakan datum DGN95 sedangkan base station CTER Ternate menggunakan datum SRGI2013. Perubahan datum dari DGN95 menjadi SRGI2013 salah satunya disebabkan oleh adanya pergeseran lempeng tektonik dan deformasi kerak bumi. Sehingga perbedaan nilai koordinat terhadap titik dasar teknik dengan menggunakan base station yang berbeda ini dapat digunakan untuk mengetahui besar, arah dan pola deformasi titik dasar teknik.

D. Besar, Arah Dan Pola Deformasi Titik Dasar Teknik.

Besar, arah dan Pola deformasi titik dasar teknik ditentukan perbedaan nilai koordinat hasil pengamatan GNSS dengan titik referensi yang memiliki datum berbeda.

1. Besar, arah dan pola deformasi Titik Dasar Teknik Pulau Ternate.

Berdasarkan tabel 19 diatas diperoleh nilai rerata pergeseran lateral posisi titik dasar teknik akibat perbedaan titik referensi sebesar = 1,274865543 meter dengan arah pergeseran rerata = $200.4312127^0 = 200^025'52.3657''$. maka dapat dikatakan besar deformasi titik dasar teknik di pulau Ternate sebesar 1,274865543 meter. Hal ini sesuai dengan teori besarnya pergeseran lempeng bumi di Indonesia berkisar antara 3

– 13 cm per tahun. Dengan durasi waktu 7 tahun dari tahun 2005/2007 (Pembangunan base station JRSP di Indonesia tahun 2009) sampai tahun 2012 (epoch referensi), maka nilai 1,274865543 meter dapat digunakan sebagai besar deformasi titik dasar teknik Pulau Ternate. Arah deformasi titik dasar teknik pulau Ternate dapat dilihat pada besarnya azimuth pergeseran lateral titik dasar teknik tersebut yaitu sebesar $200^{\circ}25'52.3657''$. Pola deformasi titik dasar teknik yang ada di Pulau Ternate dapat dilihat dari besar dan arah pergeseran lateral setiap titik dasar teknik yang ada di pulau Ternate. Dengan memperhatikan tabel 19, ternyata pola deformasi titik dasar teknik di Pulau Ternate seragam yaitu besarnya 1,275 meter dengan arah Selatan – Barat.



Gb. 25. Pola Deformasi Titik Dasar Teknik di Pulau Ternate

2. Besar, arah dan pola deformasi Titik Dasar Teknik Kabupaten Halmahera Barat.

Berdasarkan tabel 20 diatas diperoleh nilai rerata pergeseran lateral posisi titik dasar teknik akibat perbedaaan titik referensi = 1.230589696 meter dengan arah pergeseran rerata = $202.51842170 = 202^{\circ}31'6.31812''$. Maka dengan demikian besarnya deformasi titik dasar teknik di Kabupaten Halmahera Barat sebesar 1.230589696 meter. Arah deformasi titik dasar teknik di Kabupaten Halmahera Barat memiliki dapat dilihat dari azimuth rerata pergeseran lateral titik dasar teknik yaitu sebesar

202⁰31'6.31812". Pola deformasi titik dasar teknik yang ada di Kabupaten Halmahera Barat dapat dilihat dari besar dan arah pergeseran lateral setiap titik dasar teknik yang ada di pulau Ternate. Dengan memperhatikan tabel 20, ternyata pola deformasi titik dasar teknik di Pulau Ternate seragam yaitu besarnya 1,231 meter dengan arah Selatan – Barat. Nilai deformasi titik dasar teknik di Kabupaten Halmahera Barat lebih kecil dibandingkan nilai deformasi titik dasar teknik di Pulau Ternate.



Gb. 26. Pola Deformasi Titik Dasar Teknik Di Kabupaten Halmahera Barat.

BAB VII

PENGARUH DAN DAMPAKNYA DALAM ADMINISTRASI PERTANAHAN

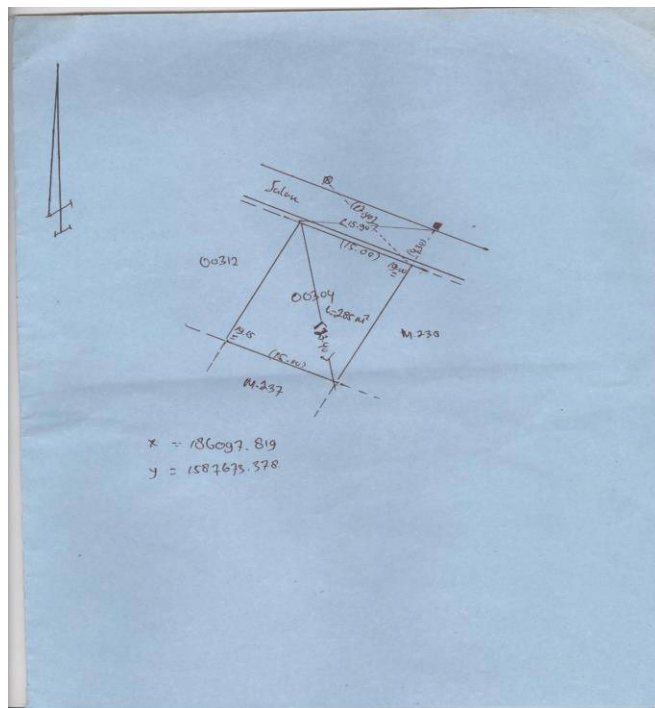
A. Pemetaan Bidang Tanah Pada Pendaftaran Tanah Pertama Kali Di Kantor Pertanahan Kota Ternate dan Kantor Pertanahan Kabupaten Halmahera Barat.

Dalam kegiatan pendaftaran tanah pertama kali, kegiatan pengukuran dan pemetaan bidang tanah merupakan kegiatan pertama sebelum kegiatan pendaftaran tanah dilakukan. Bidang – bidang tanah yang diukur baik dengan metode terestris, fotogrametris ataupun metode lainnya harus dapat dipetakan dalam peta dasar pendaftaran atau peta pendaftaran. Kegiatan pengukuran dan pemetaan bidang – bidang tanah tersebut tidak lepas dari keberadaan titik dasar teknik. Karena fungsi titik dasar teknik adalah sebagai titik ikat dalam kegiatan pengukuran dan sebagai sarana dalam kegiatan pengembalian batas. Pasal 12 Peraturan Menteri Negara Agraria Nomor 3 Tahun 1997 menyebutkan Pengukuran dan pemetaan untuk pembuatan peta dasar pendaftaran diselenggarakan dengan cara terrestrial, fotogrametrik atau metode lain. Pasal 17 menyebutkan peta dasar pendaftaran dapat juga dibuat berdasarkan peta lain. Pasal 24 Peraturan Menteri Negara Agraria Nomor 3 Tahun 1997 menyebutkan bahwa :

- 1) Pengukuran bidang tanah dilaksanakan dengan cara terrestrial, fotogrametrik, atau metoda lainnya.
- 2) Prinsip dasar pengukuran bidang tanah dalam rangka penyelenggaraan pendaftaran tanah adalah harus memenuhi kaidah-kaidah teknis pengukuran dan pemetaan sehingga bidang tanah yang diukur dapat dipetakan dan dapat diketahui letak dan batasnya di atas peta serta dapat direkonstruksi batas-batasnya di lapangan.

Berdasarkan pasal 24 tersebut, kegiatan pengukuran dan pemetaan bidang tanah harus diikatkan pada titik dasar teknik agar batas bidang tanah tersebut dapat dipetakan, diketahui letak dan batasnya dan dapat direkonstruksi batasnya. Karena definisi titik dasar teknik menurut Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 1997, pasal 1 Titik dasar teknik adalah titik yang mempunyai koordinat yang diperoleh dari suatu pengukuran dan perhitungan dalam suatu sistem tertentu yang berfungsi sebagai titik kontrol atau titik ikat untuk keperluan pengukuran dan rekonstruksi batas. Maka keberadaan titik dasar teknik di lapangan menjadi penting.

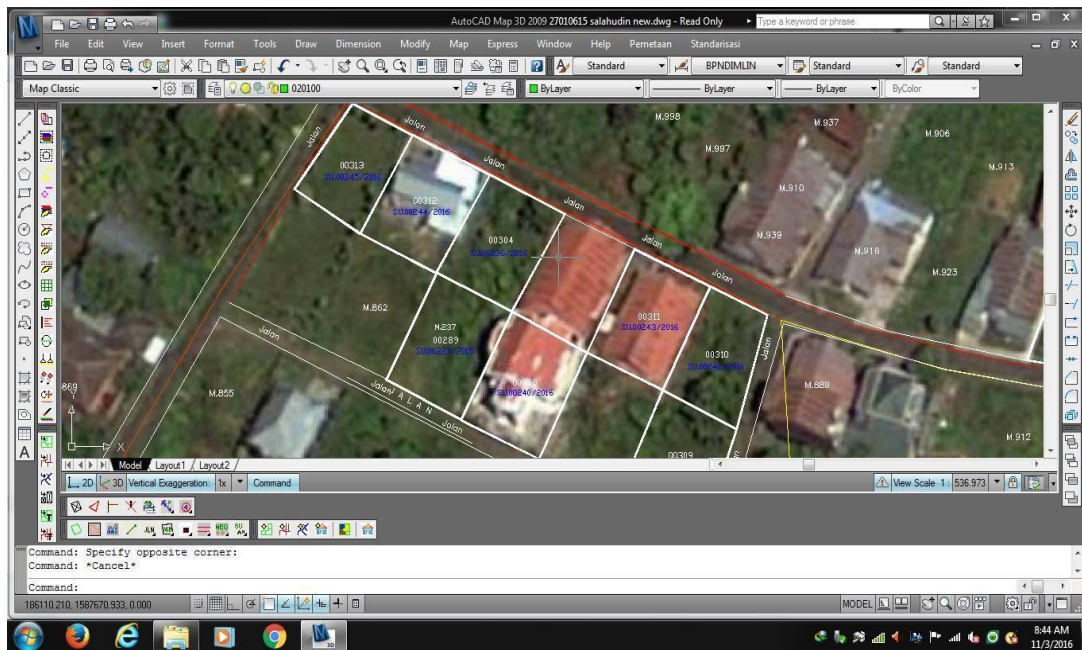
Dalam pelaksanaan kegiatan pengukuran bidang tanah yang dilakukan oleh juru ukur Kantor Pertanahan Kota Ternate dan Kantor Pertanahan Kabupaten Halmahera Barat, kegiatan pengukuran batas bidang tanah dilakukan dengan metode terestris menggunakan alat ukur meet band, Teodolit atau Elektronik Total Station. Metode ekstraterestris yang memanfaatkan teknologi GNSS jarang digunakan. Pengukuran secara terestris yang dilakukan, pengikatan titik kontrol dilakukan terhadap obyek – obyek kenampakan di muka bumi yang menonjol dan permanen serta Nampak jelas di peta dasar pendaftaran yang berupa peta foto yang berasal dari citra satelit. Contoh hasil pengukuran batas bidang tanah dituangkan dalam gambar ukur dapat dilihat pada gambar 27 berikut ini.



Gb. 27. Contoh Gambar Ukur hasil ukuran secara terestris.

Pemetaan hasil ukuran batas bidang tanah tersebut selanjutnya dilakukan pemetaan pada peta dasar pendaftaran. Jenis peta dasar pendaftaran berupa peta foto, sumber peta foto tersebut dari citra satelit pengadaan tahun 2012 dan sudah georeference. Oleh juru ukur kantor pertanahan peta dasar pendaftaran ini dipercaya tingkat kebenarannya, semua kegiatan pengukuran dan pemetaan mengacu pada posisi peta dasar pendaftaran. Jika terdapat perbedaan nilai koordinat antara ukuran CORS JRSP dengan koordinat citra tsb, akhirnya ukuran koordinat CORS JRSP disesuaikan dengan koordinat citra. Demikian juga jika terdapat perbedaan nilai koordinat antara peta dasar pendaftaran dengan hasil

ukuran yang diikatkan dengan titik dasar teknik. Maka hasil koordinat yang digunakan adalah nilai koordinat yang letaknya sesuai dengan letak obyek yang diukur diatas citra / peta dasar pendaftaran. Meletakkan obyek bidang tanah diatas citra menggunakan cara interpretasi secara visual terkait dengan obyek bidang tanah tersebut diatas citra. Proses pemetaan bidang tanah hasil ukuran terestris diatas peta dasar pendaftaran dapat dilihat pada gambar 28 dibawah ini..

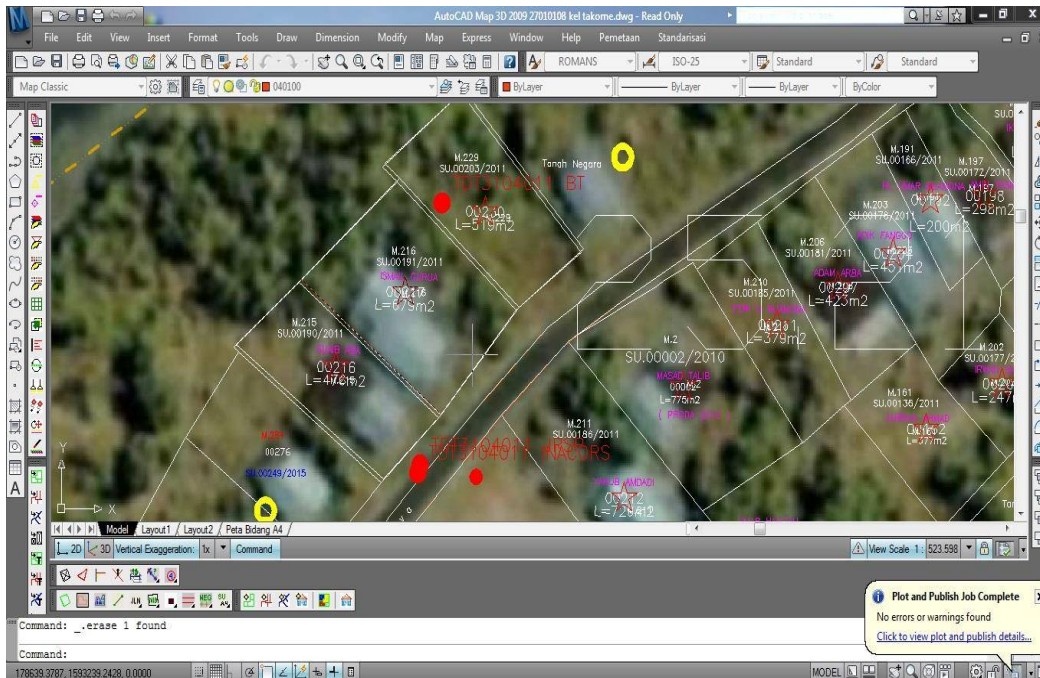


Gb. 28. Pemetaan Bidang Tanah di atas Peta dasar Pendaftaran.

B. Pemanfaatan TDT dan dampaknya dalam pemetaan bidang tanah di Kantor Pertanahan Kota Ternate Dan Kabupaten Halmahera Barat.

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 1997 dan Peraturan Menteri Negara Agraria Nomor 3 Tahun 1997, fungsi titik dasar teknik adalah 1) Sebagai titik kontrol, 2) sebagai titik pengikatan bidang – bidang tanah dan 3) dapat digunakan untuk keperluan rekonstruksi batas. Mengingat fungsi titik dasar teknik yang sangat penting dalam kegiatan pendaftaran tanah tersebut. Maka sejak tahun 1997 diadakan pembangunan dan pengadaan titik dasar teknik. Termasuk keberadaan titik dasar teknik di Provinsi Maluku Utara. Mulai orde 2, orde 3 dan orde 4 telah ada. Proses pengukuran dan pemetaan titik dasar teknik dilakukan oleh internal Kementerian ATR/BPN, Kantor Wilayah Badan Pertanahan Nasional Provinsi Maluku Utara, Kantor Pertanahan maupun dilakukan oleh eksternal pihak ketiga dibawah pengawasan dan supervisi Kementerian ATR/BPN. Titik

Dasar Teknik Orde 2 dan orde 3 telah terpasang di seluruh wilayah Provinsi Maluku Utara. Berdasarkan informasi dari buku tugu penyelenggara pengadaan titik dasar teknik orde 2 dan orde 3 dikerjakan oleh pihak ketiga atau swasta. Untuk titik dasar teknik orde 2 yang ada di Kabupaten Halmahera Barat dikerjakan oleh PT Studiotama Maps Konsultan pada tahun 2005. Sedangkan titik dasar teknik orde 3 yang ada di Pulau Ternate dikerjakan oleh PT Geotrav Bhuana Survey pada tahun 2007. Maka harusnya semua kegiatan pengukuran dan pemetaan batas bidang tanah di Provinsi Maluku Utara untuk kepentingan pendaftaran tanah harus terikat pada titik dasar teknik. Seperti yang diperintahkan oleh Peraturan Menteri Negara Agraria/Kepala BPN Nomor 3 Tahun 1997 pasal 27 “Untuk daerah yang tersedia peta dasar pendaftaran yang berupa peta garis, pengukuran bidang tanah diikatkan pada titik dasar teknik nasional dan/atau detail-detail lainnya yang ada dan mudah diidentifikasi di lapangan dan di petanya.” Kenyataannya kegiatan pengukuran dan pemetaan di Kantor Pertanahan Kota Ternate dan Kantor Pertanahan Kabupaten Maluku Utara, fungsi titik dasar teknik banyak diabaikan. Menurut keterangan dari juru ukur kedua kantor pertanahan tersebut, jika mengikat pada titik dasar teknik dengan menggunakan koordinat buku tugu maka saat pemetaan mengalami kesulitan karena posisi/letak bidang tanah tersebut tidak sesuai dengan lokasi diatas peta dasar pendaftaran. Perbedaan posisi bisa mencapai puluhan meter, sehingga juru ukur dalam melakukan kegiatan pengukuran dan pemetaan batas bidang tanah lebih banyak mengikatkan pada obyek permanen yang ada disekitar bidang tanah dan dapat diidentifikasi diatas peta dasar pendaftaran yang berupa peta foto/citra satelit. Hanya saja proses identifikasi diatas peta dasar pendaftaran dilakukan secara visual, sehingga dimungkinkan terjadi kesalahan posisi dalam proses identifikasi dan interpretasi posisi titik ikat dan batas bidang tanah tersebut. Ploting titik dasar teknik hasil pengukuran dengan GNSS dan berdasarkan buku tugu pada peta dasar pendaftaran dapat dilihat pada gambar 29 berikut ini.



Gb. 29. Plotting Koordinat Titik Dasar Teknik hasil ukuran GNSS dan berdasar buku tugu pada peta dasar pendaftaran

Hasil plotting nilai koordinat hasil pengukuran dengan GNSS diatas peta dasar pendaftaran ternyata lokasinya mendaki lokasi yang senyatanya dilapangan, ada perbedaan memang tetapi tidak lebih dari 3 meter. Berbeda dengan plotting nilai koordinat titik dasar teknik berdasarkan buku tugu, mencapai hampir 40 meter. Maka berdasarkan analisa deformasi titik dasar teknik, perbedaan nilai koordinat titik dasar teknik di Pulau Ternate antara nilai koordinat buku tugu dengan nilai hasil pengamatan dengan titik referensi base station JRSP diperoleh nilai rerata pergeseran secara lateral = 39.36996401 meter. Perbedaan nilai koordinat titik dasar teknik dipulau Ternate dengan titik referensi CTER Inacors hasil ukuran dengan buku tugu diperoleh nilai rerata pergeseran secara lateral = 40.60440004 meter. Perbedaan nilai koordinat titik dasar teknik di Kabupaten Halmahera Barat antara buku tugu dengan data ukuran pengamatan JRSP diperoleh nilai rerata sebesar 38.846492 meter. Jika menggunakan titik referensi base station CTER Inacors diperoleh nilai pergeseran lateral rerata sebesar 40.02385354 meter. Dari perhitungan – perhitungan tersebut diperoleh nilai rerata pergeseran lateral sebesar = 39.67174816 meter. Maka nilai koordinat titik dasar teknik orde 2 dan orde 3 serta turunannya orde 4 dan orde perapatan di Provinsi Maluku utara diragukan kebenarannya.

Jika nilai koordinat titik dasar teknik ini tetap dipergunakan untuk kegiatan pengukuran dan pemetaan batas bidang tanah, maka posisi atau letak bidang tanah menjadi salah nilai koordinatnya. Akan berakibat tidak adanya jaminan kepastian letak terhadap bidang tanah tersebut. Serta akan mengalami kendala dan kesulitan jika digunakan untuk kegiatan rekonstruksi batas.

BAB VIII

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

A. KESIMPULAN.

1. Perbedaan nilai koordinat titik dasar teknik di Pulau Ternate antara nilai koordinat buku tugu dengan nilai hasil pengamatan dengan titik referensi base station JRSP diperoleh nilai rerata pergeseran secara lateral = 39.36996401 meter dengan arah pergeseran rerata = $185.7333298^0 = 185^043'59,9873''$. Perbedaan nilai koordinat titik dasar teknik dipulau Ternate dengan titik referensi CTER Inacors hasil ukuran dengan buku tugu diperoleh nilai rerata pergeseran secara lateral = 40.60440004 meter dengan arah pergeseran rerata = $186.1897275^0 = 186^011'23.019''$. Perbedaan nilai koordinat titik dasar teknik di Kabupaten Halmahera Barat antara buku tugu dengan data ukuran pengamatan JRSP diperoleh nilai rerata sebesar 38.846492 meter dengan arah pergeseran rerata = $185.3453623^0 = 185^020'43.304''$. Jika menggunakan titik referensi base station CTER Inacors diperoleh nilai pergeseran lateral rerata sebesar 40.02385354 meter dengan arah pergeseran rerata = $185.8654483^0 = 185^051'55.6139''$. Dari perhitungan – perhitungan tersebut diperoleh nilai rerata pergeseran lateral sebesar = 39.67174816 meter dengan arah $185.7580296^0 = 185^045'28.90656''$.
2. Besar, arah dan pola deformasi titik dasar teknik di Pulau Ternate sebagai berikut : besar deformasi = 1,274865543 meter, Arah deformasi = $200^025'52.3657''$ dan pola deformasi seragam menuju arah Selatan – Barat.
3. Besar, arah dan pola deformasi titik dasar teknik di Kabupaten Halmahera Barat : besar deformasi = 1.230589696 meter, arah deformasi = $202^031'6.31812''$, pola deformasi seragam menuju arah Selatan – Barat.
4. Besara, arah dan pola deformasi Pulau Ternate dan Kabupaten Halmahera Barat tidak berbeda secara signifikan.
5. Berdasarkan perbedaan nilai koordinat buku tugu, nilai koordinat dengan titik referensi base station JRSP Kantor Pertanahan Kota Ternate dan base station CTER Inacors Kota Ternate maka nilai koordinat buku tugu salah atau terjadi blunder.

6. Untuk kepentingan pengukuran dan pemetaan dalam rangka kegiatan pendaftaran tanah nilai koordinat titik dasar teknik yang tercantum dalam buku tugu dan daftar koordinat tidak bisa digunakan.

B. REKOMENDASI.

1. Perlu dilakukan definisi ulang nilai koordinat – nilai koordinat yang tercantum dalam buku tugu, dilakukan dengan cara pengukuran ulang atau menggunakan metode transformasi koordinat dengan menggunakan titik sekutu dari hasil penelitian ini.
2. Definisi Ulang dilakukan dengan pengukuran GNSS metode statik yang terikat pada base station JRSP dan Inacors terhadap titik dasar teknik yang ada di Provinsi Maluku Utara, tidak perlu semuanya diamati cukup beberapa titik dasar teknik dengan pemilihan dan distribusi titik dasar teknik yang baik. Hasil pengukuran titik dasar teknik ini digunakan sebagai titik sekutu untuk kepentingan transformasi koordinat. Selanjutnya koordinat titik dasar teknik lainnya dihitung dengan menggunakan metode transformasi Koordinat.
3. Perlu adanya penyatuan datum referensi dalam satu sistem referensi datum SRGI2013 untuk kegiatan pengukuran dan pemetaan dalam rangka kegiatan pendaftaran tanah seperti yang dituntut oleh Undang – Undang Nomor 4 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial.
4. Perlu adanya pengecekan ketelitian peta dasar pendaftaran yang digunakan di Kantor pertanahan Kota Ternate dan Kantor Pertanahan Kabupaten Halmahera Barat, karena dalam plotting titik dasar teknik hasil pengukuran GNSS masih ada perbedaan posisi dengan posisi yang sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Hasanuddin Z.. 2000. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*, Cetakan kedua, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Abidin, Hasanuddin Z.2014. “*SRGI 2013: Karakteristik dan Implementasi*”, Makalah Seminar dan Workshop Ikatan Surveyor Indonesia (ISI), Pekanbaru 21 – 22 Mei 2014.
- Andreas, Heri. “*Epoch Reference 2012.0*” dalam Prosiding FIT ISI Tahun 2011, Semarang.
- Wahyono, Eko Budi, dkk, 2014. “*Migrasi DGN95 ITRF2000 ke ITRF 2008 (Implikasinya Terhadap Survey Kadastral)*”, Makalah Seminar dan Workshop Ikatan Surveyor Indonesia (ISI), Pekanbaru 21 – 22 Mei 2014.
- Hendri Lune, ___, *Geologi Pulau Maluku*, diakses dari mahasiswa.ung.ac.id / 451412047/home/.../geologi-pulau-maluku.html, 9 Februari 2016.
- Hofmann-Wellenhof, B.; Lichtenegger, H. and Collins, J.. 1992. *GPS, Theory and Practice*, Springer-Verlag, Wien - New York.
- Hutabarat, Sahala dan Evans, Stewart M.. 1985. *Pengantar Oseanografi*, UI Press, Jakarta.
- Ilk, Karl Heinz. 1996. *Reference Systems in Geodesy*, Lecture notes part 5, 2nd Tropical School of Geodesy, ITB Press, Bandung.
- Jurusan Teknik Geodesi FTSP-ITB. 1997. *Buku Petunjuk Penggunaan Proyeksi TM-3 dalam Pengukuran dan Pemetaan Kadastral*, Jurusan Teknik Geodesi FTSP-ITB, Bandung.
- Kamaluddin, La Ode. 2005. *Indonesia sebagai Negara Maritim dari Sudut Pandang Ekonomi*, Edisi pertama Cetakan pertama, UMM Press, 2005.
- Lobeck, A.K.. 1939. *Geomorphology*, McGraw Hill, New York-London.
- Mobbs, Kim and Morgan, Peter. 1996. *Geodynamics and Modern Datum Definition*, Lecture Notes part 6, 2nd Tropical School of Geodesy, Bandung.
- Munir, Moch.. 1996. *Geologi dan Mineralogi Tanah*, Cetakan pertama, Dunia Pustaka Jaya, Jakarta.
- Nugroho, Tanjung. 2013. “*Kadaster 4D: Sebuah Keniscayaan Menurut Kondisi Geologis Indonesia*” dalam Jurnal Ilmiah Pertanahan Bhumi 2013, STPN Press, Yogyakarta.
- Nugroho, Tanjung dan Roswandi, 2014. “*Dualisme Kerangka Referensi Kadastral: Dampak, Solusi dan Arah Kebijakan (Dengan Studi Kasus Daerah Sleman)*”, dalam Jurnal Ilmiah Pertanahan IPTEK 2014, Puslitbang BPN RI.
- Purbo-Hadiwijoyo, M.M.. 1994. *Kamus Kebumian*, Grasindo, Jakarta.
- Rizos, Chris. 1996. *Principles of GPS Surveying*. 2nd Tropical School of Geodesy, Bandung 4 - 16 Nov. 1996.
- Setiawan Kaharuddin1, Muh Altin Massinai1, Lantu1, 2014, *Model Subduksi Berbasis Data Gempa Bumi (Studi Kasus Sulawesi Utara Dan Sekitarnya)*, Dalam Prosiding Seminar Nasional Geofisika, Makassar.
- Soeprapto, Tjoek Azis. 2004. “*Pengelompokan Pulau-pulau Berdasarkan atas Genesanya untuk Perencanaan Tata Ruang Wilayah Laut*” dalam Menata Ruang Laut Terpadu, Cetakan pertama, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Santoso, Djoko. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*, Cetakan pertama, Penerbit ITB, Bandung.
- Suharyadi. 2006. *Pengantar Geologi Teknik*, Edisi 5, Biro Penerbit Teknik Sipil UGM, Yogyakarta.
- Subarya, Cecep, 2014, “*SRGI – Sistem Referensi Terestris Kinematik : Berdasarkan Model Pergerakan Lempeng dan Deformasi Faktual*”, Makalah Seminar dan Workshop Ikatan Surveyor Indonesia (ISI), Pekanbaru 21 – 22 Mei 2014.

- Sukandarrumidi. 2011. *Pemetaan Geologi*, Cetakan pertama, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sunantyo, T. Aris. “*Tinjauan Status Titik Dasar Teknik dan Prospeknya di Masa Mendatang bagi BPN RI*”, Makalah Seminar Nasional GNSS CORS Tahun 2010, Jurusan Teknik Geodesi FT-UGM, Yogyakarta.
- Sunantyo, T. Aris dan Fahrurrazi, Djawahir. “*Jaring Kontrol Geodetik Dinamik di Wilayah Tektonik Indonesia*” dalam Prosiding FIT ISI Tahun 2011, Semarang.

Daftar Peraturan

- Undang-undang Nomor 4 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial.
- Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 1997 tentang Pendaftaran Tanah.
- Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2013 tentang Sistem Referensi Geospasial Indonesia 2013 (SRGI 2013).
- Peraturan Menteri Negara Agraria / Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997 tentang Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 1997.