

**PENGARUH DEFORMASI KERAK BUMI  
PADA  
KERANGKA DASAR KADASTRAL NASIONAL  
DI SULAWESI TENGAH**



**Laporan Penelitian Strategis**

Disusun oleh:

Agung Nugroho Bimasena  
Eko Budi Wahyono  
Yendi Sufyandi

**Kementerian Agraria dan Tata Ruang / Badan Pertanahan Nasional  
Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional  
Yogyakarta  
2016**

**Laporan**  
**Penelitian Strategis**

**PENGARUH DEFORMASI KERAK BUMI  
PADA  
KERANGKA DASAR KADASTRAL NASIONAL  
DI SULAWESI TENGAH**

Disusun oleh:

Agung Nugroho Bimasena  
Eko Budi Wahyono  
Yendi Sufyandi

Telah dipresentasikan dalam Seminar Hasil Penelitian Strategis STPN  
Pada Tanggal 24 November 2016

Mengetahui :

Kepala PPPM

(Dr. Sutaryono, M.Si.)  
NIP. 19710121 199703 1 004

## KATA PENGANTAR

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak pada pertemuan empat lempeng yaitu Lempeng Eurasia, Indo-Australia, Pasifik, dan Laut Filipina. Pertemuan keempat lempeng tersebut mengakibatkan terbentuknya tatanan tektonik yang rumit.. Dampak yang terjadi adalah fenomena kerak bumi yang relatif dinamis. Hal ini berpengaruh pada posisi Kerangka Dasar Kadastral Nasional, sehingga perlu penelitian besaran, arah dan pola deformasi Titik Dasar Teknik dalam kurun waktu tertentu.

Tim peneliti menyadari bahwa selesainya penelitian ini atas bantuan banyak pihak. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati disampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Oloan Sitorus, selaku Ketua STPN dan Ketua Tim Evaluasi Penelitian Dosen beserta anggota, 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 serta staf di lingkungan Kanwil BPN Provinsi Sulawesi Tengah, yang telah membantu menyediakan data spasial penelitian, dukungan dan perhatian selama kegiatan observasi lapangan.
4. Bapak dan Ibu pejabat serta staf di lingkungan Kantor Pertanahan Kota Palu serta Kantor Pertanahan Kabupaten Sigi, Donggala, Banggai dan Poso Provinsi Sulawesi Tengah, atas dukungan tenaga, pikiran dan materi selama pelaksanaan penelitian.
5. 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, kritik dan masukan yang positif kami nantikan, agar memperoleh hasil penelitian yang lebih baik.

Yogyakarta, November 2016.

Tim Peneliti STPN Yogyakarta

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I : PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	2
C. Pertanyaan Penelitian	3
D. Tujuan Penelitian	3
E. Kegunaan Penelitian	3
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Teori Tektonik Lempeng	4
B. Kondisi Geologis Kepulauan Nusantara	7
C. Pentingnya Studi Geodinamika dan Deformasi untuk Kadaster	9
D. Dualisme Kerangka Referensi Kadastral	15
E. Ketelitian Pengukuran Batas Bidang Tanah	18
F. Hipotesis	18
BAB III : METODE PENELITIAN	19
A. Lokasi Penelitian	19
B. Alat Dan Bahan Penelitian	19
C. Data Penelitian	19
D. Teknik Pengumpulan Data	20
E. Teknik Analisis	20

BAB IV	: GAMBARAN UMUM WILAYAH PENELITIAN	21
	A. Kondisi Wilayah Penelitian	21
	B. Infrastruktur CORS dan INACORS	23
	C. Titik Dasar Teknik Orde 2 dan 3 di Kabupaten Sigi	24
BAB V	: PENGUKURAN DAN PENGOLAHAN DATA	25
	A. Persiapan	25
	B. Orientasi Lapangan	26
	C. Pengukuran	27
	D. Pengolahan Data	28
BAB VI	: ANALISIS NILAI DAN ARAH DEFORMASI SERTA DAMPAK PADA PEMELIHARAAN DATA FISIK PENDAFTARAN TANAH	41
	A. Analisis Ellips Kesalahan	41
	B. Perhitungan Nilai dan Azimuth Deformasi	42
	C. Analisis Besar dan Arah Deformasi	44
	D. Analisis Dampak Deformasi pada Bidang Tanah	46
BAB VII	: PENUTUP	47
	A. KESIMPULAN	47
	B. REKOMENDASI	47
DAFTAR PUSTAKA		48
LAMPIRAN		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	: Gerakan kerak bumi yang terbagi dalam 6 lempeng tektonik utama	5
Gambar 2	: Pemisahan benua Amerika Selatan dan Afrika oleh <i>mid-Atlantic ridge</i>	6
Gambar 3	: Lima suture yang terdapat di Indonesia akibat dinamika tektonik yang terjadi	8
Gambar 4	: Tataan tektonik Pulau Sulawesi dan Segmentasi Sesar Palu Koro	9
Gambar 5	: Pergeseran sesar Semangko di Sumatera akibat gempa	10
Gambar 6	: Peta sebaran pusat gempa bumi merusak dan tahun kejadian di Pulau Sulawesi	11
Gambar 7	: Formasi geologi kepulauan Indonesia dan kecenderungan deformasinya	17
Gambar 8	: Pembagian segmentasi sesar Palu Koro	22
Gambar 9	: Sebaran INACORS sekita kota Palu	23
Gambar 10	: Sebaran spot pengukuran TDT Orde 3 di sisi timur sesar	26
Gambar 11	: Sebaran spot pengukuran TDT Orde 3 di sisi barat sesar	27
Gambar 12	: Semua baseline sisi timur sesar	28
Gambar 13	: Alternatif baseline I sisi timur sesar	30
Gambar 14	: Alternatif baseline II sisi timur sesar	31
Gambar 15	: Semua baseline sisi barat sesar	33
Gambar 16	: Alternatif baseline I sisi barat sesar	34
Gambar 17	: Alternatif baseline II sisi barat sesar	36
Gambar 18	: Alternatif baseline III sisi barat sesar	37
Gambar 19	: Alternatif baseline IV sisi barat sesar	39
Gambar 20	: Sebaran koordinat TDT Buku Tugu dan JRSP hasil pengukuran di sisi timur sesar	43
Gambar 21	: Sebaran koordinat TDT Buku Tugu dan JRSP hasil pengukuran di sisi barat sesar	44

## DAFTAR TABEL

Tabel 1	: Jumlah TDT yang telah dibangun BPN	15
Tabel 2	: Koordinat geodetik base station dan TDT semua baseline sisi timur sesar	29
Tabel 3	: Ellips kesalahan TDT semua baseline sisi timur sesar	29
Tabel 4	: Koordinat geodetik base station dan TDT semua alternatif baseline I sisi timur sesar	30
Tabel 5	: Ellips kesalahan TDT alternatif baseline I sisi timur sesar	31
Tabel 6	: Koordinat geodetik base station dan TDT alternatif baseline II sisi timur sesar	32
Tabel 7	: Ellips kesalahan TDT alternatif baseline II sisi timur sesar	32
Tabel 8	: Koordinat geodetik base station dan TDT semua baseline barat sesar	33
Tabel 9	: Ellips kesalahan TDT semua baseline sisi barat sesar	34
Tabel 10	: Koordinat geodetik base station dan TDT alternatif baseline I sisi barat sesar	35
Tabel 11	: Ellips kesalahan TDT alternatif baseline I sisi barat sesar	35
Tabel 12	: Koordinat geodetik base station dan TDT alternatif baseline II sisi barat sesar	36
Tabel 13	: Ellips kesalahan TDT alternatif baseline II sisi barat sesar	37
Tabel 14	: Koordinat geodetik base station dan TDT alternatif baseline III sisi barat sesar	38
Tabel 15	: Ellips kesalahan TDT alternatif baseline III sisi barat sesar	38
Tabel 16	: Koordinat geodetik base station dan TDT semua alternatif baseline IV sisi barat sesar	39
Tabel 17	: Ellips kesalahan TDT alternatif baseline IV sisi barat sesar	40
Tabel 18	: Kompilasi ellips kesalahan TDT sisi timur sesar	41
Tabel 19	: Kompilasi ellips kesalahan TDT sisi barat sesar	42
Tabel 20	: Nilai dan azimuth deformasi TDT sisi timur sesar	43
Tabel 21	: Nilai dan azimuth deformasi TDT sisi barat sesar	44

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Kertas Kerja Inventarisasi Tugu dan Buku Tugu Kantor Pertanahan Kabupaten Sigi No : 475/72.10-200/XI/2013
- Lampiran 2 : Dokumentasi Hasil Identifikasi/Opname Fisik (Stock Opname) TDT pada Kantor Pertanahan Kabupaten Sigi Tahun 2013
- Lampiran 3 : Dokumentasi Penelitian



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak pada pertemuan empat lempeng yaitu Lempeng Eurasia, Indo-Australia, Pasifik, dan Laut Filipina (Hall, 2002). Pertemuan keempat lempeng tersebut mengakibatkan terbentuknya tatanan tektonik yang rumit. Pergerakan lempeng tersebut mengakibatkan terjadinya gelombang gempa yang bersifat tektonis. Dalam dekade terakhir telah terjadi peningkatan frekuensi gempa yang melanda nusantara. Dampak yang ditimbulkan adalah terjadinya perubahan fisik alamiah dan hasil budi daya manusia. Tidak sedikit pula yang menjadi penyebab kerusakan infrastruktur, bahkan kematian.

Satu hal yang menjadi perhatian besar pegiat kadaster adalah perubahan posisi segala objek yang ada di permukaan bumi yang disebabkan oleh tumbukan lempeng-lempeng tektonik. Dislokasi permukaan bumi ini tentunya mengakibatkan perubahan posisi kerangka dasar kadastral dan batas bidang-bidang tanah yang ada secara absolut, bahkan beberapa di antaranya ada juga yang berubah posisi secara relatif. Dinamika bumi ini harus mendapat perhatian yang serius dari para pegiat kadaster karena berpotensi terciptanya kerancuan dalam pemetaan, dengan melakukan studi geodinamika dan studi deformasi secara berkelanjutan.

Arah kebijakan yang ditempuh oleh Badan Pertanahan Nasional (BPN) ke depan adalah mengembangkan Kadaster Dinamik, yaitu kadaster yang memperhitungkan gejala geodinamika. Visi Kadaster 2034 juga mengamanatkan bahwa kadaster ke depan akan bersifat dinamik. Penyelenggaraan kadaster dinamik oleh BPN telah dirintis dengan memasang *base station – base station GNSS CORS (Global Navigation Satellite System – Continues Operating Reference Station)* di beberapa Kantor Pertanahan sejak tahun 2009, dan membentuk Jaringan Referensi Satelit Pertanahan (JRSP) dengan stasiun masternya berada di Kantor Kementerian ATR/BPN Jakarta. Dalam menentukan kerangka koordinat referensi tersebut mengacu pada suatu datum dengan *epoch reference 2008.0*. Hal ini berbeda dengan Kerangka Dasar Kadastral Nasional yang bereferensi pada *epoch reference 1993.0*, sehingga terjadi dualisme kerangka referensi kadastral.

Langkah untuk mengamati gejala geodinamika ini telah dilakukan pula oleh Badan Informasi Geospasial Republik Indonesia (BIG) dengan memasang beberapa *base station CORS* untuk memantau pergerakan kerak bumi Indonesia dan mengukur serta menentukan kembali Jaring Kerangka Geodesi Nasional (JKGN) Orde 0 dan Orde 1. Langkah lebih lanjut dari BIG adalah mengganti datum nasional Indonesia yang sebelumnya bersifat statis (datum Geodesi Nasional 1995 = DGN95) menjadi datum dinamik, yaitu Sistem Referensi Geospasial Indonesia 2013 (SRGI2013). Sekarang ini, semua titik JKGN telah berada pada SRGI2013.

BIG adalah badan yang mengkoordinir dan bertanggung jawab terhadap kegiatan survei pengukuran dan pemetaan nasional. Dengan adanya perubahan datum pemetaan tersebut, maka semua kegiatan pengukuran dan pemetaan harus bereferensi pada datum SRGI2013. Hal itu sebagai tindak lanjut daripada *One Map Policy* yang telah menjadi kebijakan nasional Pemerintah Republik Indonesia. Kebijakan *One Map* telah dikeluarkan pada tahun 2011, sebagai jawaban atas berbagai isu dan kepentingan atas peta-peta yang dibuat oleh berbagai Instansi Pemerintah dan berbagai kalangan masyarakat yang satu dengan lainnya kurang terkoordinasi dengan baik dalam menyikapi gejala geodinamika.

Dalam rentang waktu 15 tahun, titik-titik dasar teknik (TDT) sebagai Kerangka Dasar Kadastral Nasional (KDKN) tentunya sudah mengalami pergeseran/dislokasi yang cukup berarti. Hal itu terlihat dari pengukuran batas-batas bidang tanah yang sama menggunakan CORS-nya BPN, ternyata mempunyai selisih harga koordinat yang sifatnya bervariasi.

## **B. Perumusan Masalah**

Gejala geodinamika telah mengubah posisi TDT sebagai KDKN. Dalam kurun waktu dari tahun 1993 hingga 2012, perubahan posisi tersebut bisa dibayangkan sudah cukup berarti. Hal ini didasarkan pada argumen bahwa aktivitas lempeng di Indonesia terekam dalam bentuk gempa tektonik yang banyak terjadi dalam kurun waktu tersebut. Pengadaan KDKN juga telah dilakukan secara masif seiring dikeluarkannya PMNA/Ka BPN No.3/1997 sebagai manifestasi Datum Geodesi Nasional 1995 dalam bentuk TDT Orde 2, 3 dan 4 di lapangan. Selain itu perubahan datum Indonesia resmi dilaksanakan pada tahun 2013 dengan dikeluarkannya SRGI 2013 yang mengacu pada ITRF 2008 Epoch 2012, sedangkan DGN 1995 mengacu pada ITRF 1992 Epoch 1993.

Atas dasar pertimbangan di atas, sudah seharusnya dilakukan identifikasi besaran dan arah deformasi TDT/KDKN di sekitar sesar-sesar utama di Indonesia. Hasil identifikasi tersebut berguna untuk mendefinisikan ulang nilai-nilai koordinat TDT yang terpengaruh oleh fenomena geodinamika. Di sisi lain perlu diidentifikasi pula apakah perubahan koordinat TDT juga berdampak pada perubahan posisi bidang secara parsial.

### **C. Pertanyaan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka pertanyaan penelitian yang dikemukakan adalah:

1. Apakah terdapat pergeseran posisi TDT yang nyata di daerah Sulawesi Tengah ?
2. Bagaimana arah pergeseran yang terjadi?
3. Bagaimana dampaknya pada pemeliharaan data fisik pendaftaran tanah?

### **D. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menghitung perbedaan nilai koordinat TDT di Sulawesi Tengah.
2. Menentukan arah pergeserannya.
3. Mengkaji dampak pada pemeliharaan data fisik pendaftaran tanah.

### **E. Kegunaan Penelitian**

Kegunaan daripada hasil penelitian ini adalah:

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

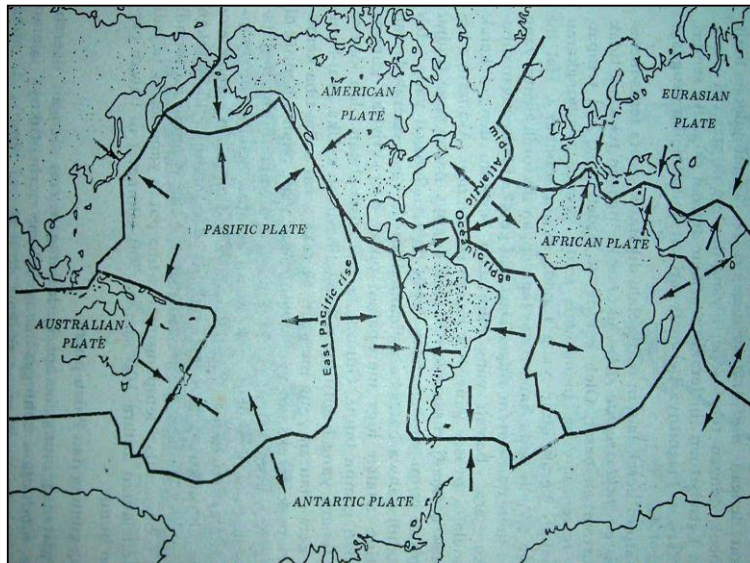
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Teori Tektonik Lempeng

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.

Di daerah yang saling menjauh di Punggung Tengah Samudera (*mid ocean ridge*), pada batas (retakan) dua lempengan mengalirkan lava ke atas dan mendorong kedua lempengan bergerak dengan arah yang berlawanan. Daerah ini disebut Perluasan Lantai Samudera (*sea-floor spreading*). Jika terjadi tumbukan dengan lempeng benua maka terjadilah berbagai bentuk pada permukaan bumi, seperti busur kepulauan, pegunungan, vulkan, palung, dan sebagainya. Di daerah yang berpapasan akan terjadi *sesar transform*. Suatu fakta bahwa vulkan dan gempa bumi cenderung terdapat di sepanjang *mid-ocean ridge* dan di sepanjang batas-batas benua, yang ditandai dengan adanya *trench* (parit samudera) yang sangat dalam. Atau dengan kata lain, daerah-daerah aktif ini terdapat di sekitar retakan-retakan besar kerak bumi. Retakan-retakan ini mencakup seluruh bumi, sehingga saat ini bumi dapat dibagi dalam enam bagian lempeng raksasa.



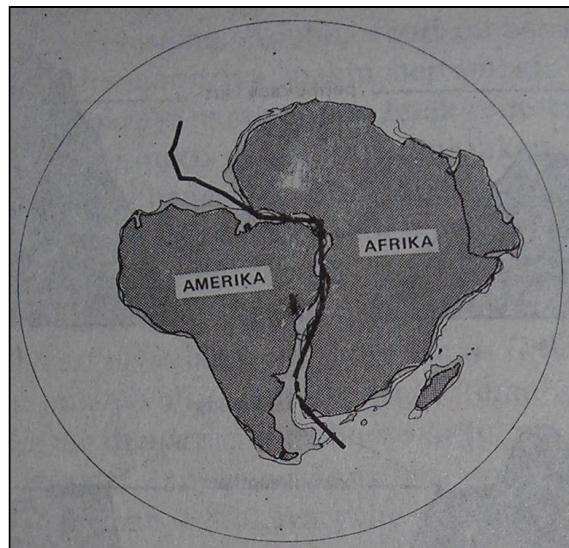
**Gambar 1 : Gerakan kerak bumi yang terbagi dalam 6 lempeng tektonik utama  
(Sumber : Rona, 1973 dalam Hutabarat dan Evans, 1986)**

Perluasan Lantai Samudera yang mengakibatkan pergerakan lempeng dipicu oleh arus konveksi di mantel bagian atas. Cairan basaltik yang didorong dari dalam bumi melewati retakan *ridge* dan membentuk kerak di bawah samudera. Kerak bumi yang baru akan selalu terbentuk dan menambah massa lempengan pada sistem *ridge*. Selanjutnya lempeng samudera terus bergerak di bawah dasar samudera dengan kecepatan rata-rata beberapa centimeter setiap tahunnya. Dengan umur daratan bumi yang telah mencapai dua milyar tahun, maka pergerakan tersebut telah mengubah permukaan bumi yang sangat berarti seperti saat ini.

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.

*Sea-floor spreading* tidak hanya merupakan sifat dari lautan, tetapi suatu hasil gerakan massa di daratan (*continental drift*). Akibat proses ini dua massa kerak bumi dipisahkan oleh gerakan lempeng tektonik yang saling menjauh. Sebagai bukti adalah sekitar 180 juta tahun lalu benua Amerika Selatan dan Afrika masih satu daratan (bergabung dalam sistem *mid-ocean Atlantic ridge*), tetapi dengan adanya pembentukan massa kerak bumi di bawah *ridge*, maka mereka berpisah sebagaimana diilustrasikan pada gambar berikut.



**Gambar 2 : Pemisahan benua Amerika Selatan dan Afrika oleh *mid-Atlantic ridge***  
(Sumber : McKenzie and Sclater, 1973 dalam Hutabarat dan Evans, 1986)

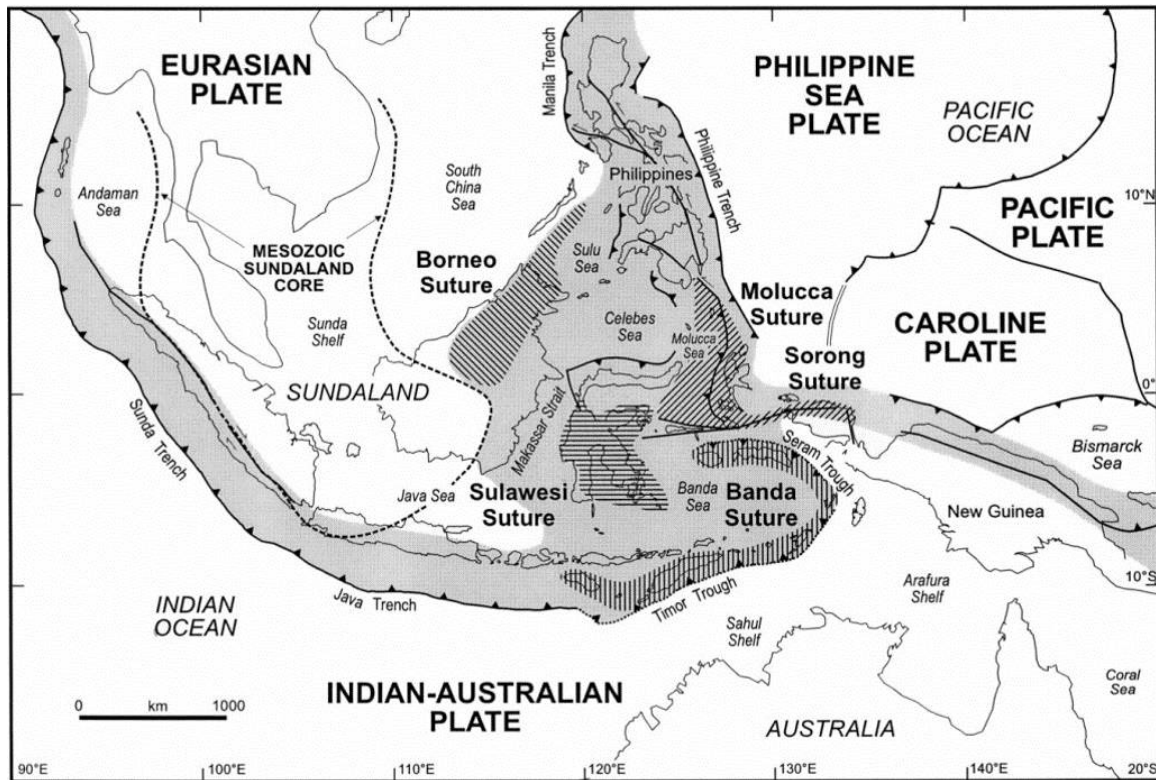
Sebagaimana dapat dipisahkan, lempengan-lempengan juga dapat saling mendekat. India yang diduga potongan dari Gondwana bergerak 5.000 km dalam jangka waktu 30 juta tahun dan menumbuk Asia, sehingga terbentuk pegunungan Himalaya. Hingga kira-kira sejak 250 juta tahun yang lalu posisi relatif benua-benua sudah seperti keadaan sekarang. Pergeseran benua-benua ini

terlihat jelas dengan adanya busur pegunungan sekarang ini. Bersamaan dengan pergeseran benua berlangsung pula dispersi flora dan fauna di permukaan bumi.

## **B. Kondisi 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 3.

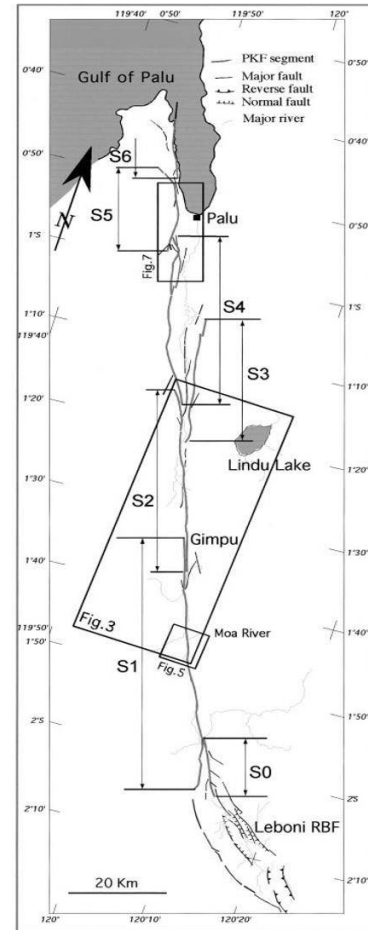
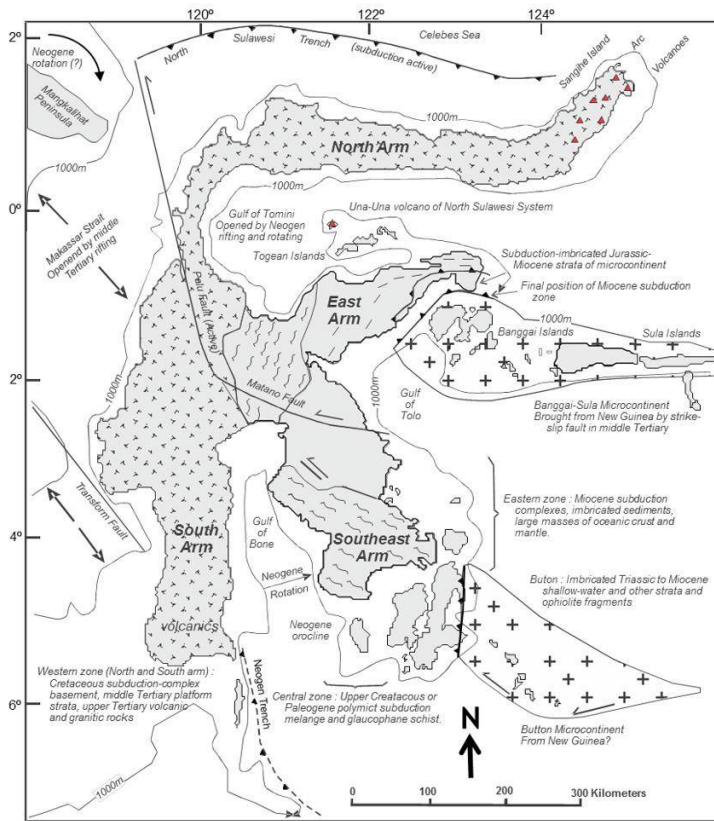


**Gb 3. Lima *suture* (garis hitam diarsir) yang terdapat di Indonesia akibat dinamika tektonik yang terjadi (Hall dan Wilson, 2000). Daerah warna abu-abu merupakan daerah pertemuan antara Lempeng Eurasia, India-Australia, Pasifik, dan Filipina.**

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.

Wilayah Indonesia bagian timur tataan tektoniknya melibatkan lempeng utama, mikro kontinen, dan busur kepulauan. Daerah Sulawesi merupakan bagian dari wilayah Indonesia bagian timur yang memiliki tataan tektonik rumit, sebagaimana gambar yang disampaikan Supartoyo, Sulaiman dan Junaidi (2014) berikut ini :



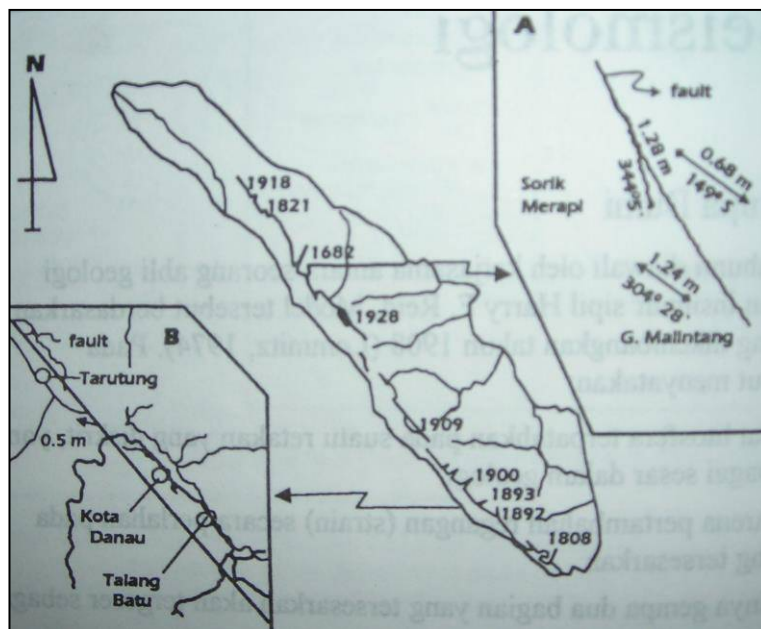


Gambar 4 : Gambar kiri merupakan tataan tektonik Pulau Sulawesi (Hamilton, 1979), gambar kanan merupakan pembagian segmentasi Sesar Palu Koro (Bellier *et al.*, 2001).

### C. Pentingnya Studi Geodinamika dan 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  $149^{\circ}$ . 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.



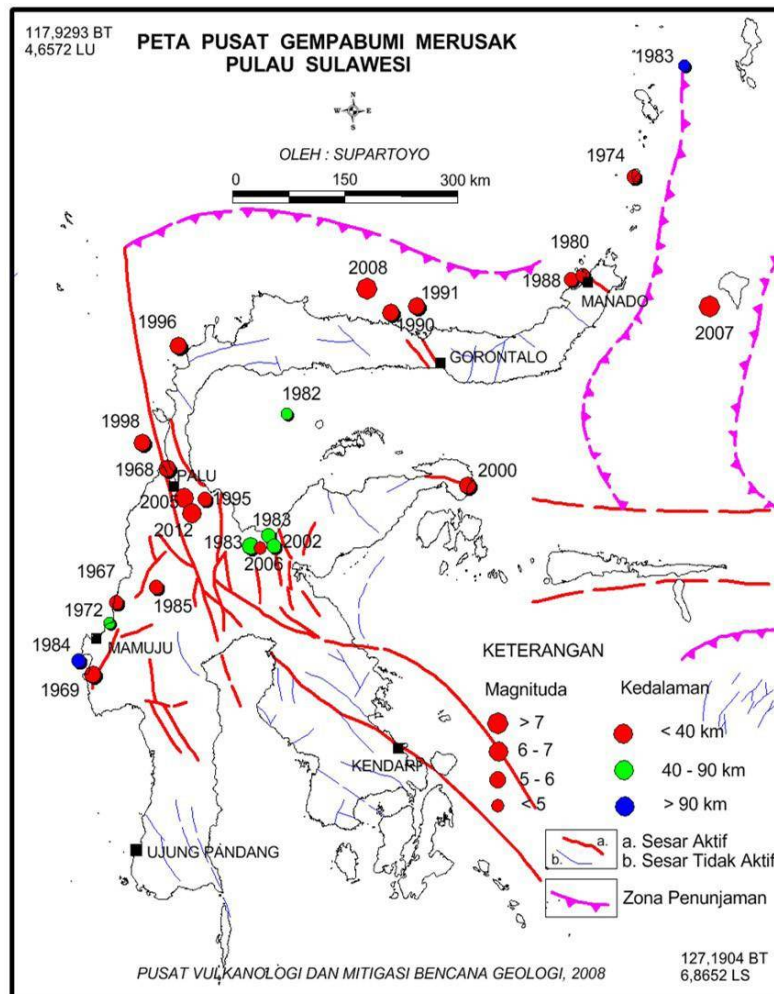
**Gambar 5 : Pergeseran Sesar Semangko di Sumatera akibat gempa (Sumber : Katili & Hewuwat dalam Santoso, 2002)**

Keterangan gambar :

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

Daerah Sulawesi Tengah merupakan salah satu daerah rawan bencana gempa bumi di Indonesia (Supartoyo dan Surono, 2008), karena terletak dekat dengan sumber gempa bumi yang berada di darat dan di laut. Sumber-sumber gempa bumi tersebut terbentuk akibat proses tektonik yang terjadi sebelumnya. Sumber gempa bumi di laut berasal dari penunjaman Sulawesi Utara yang terletak di sebelah utara Pulau Sulawesi, sedangkan sumber gempa bumi di darat bersumber dari beberapa sesar aktif di daratan Sulawesi Tengah, salah satunya adalah Sesar Palu Koro.

Sesar Palu Koro merupakan sesar utama di Pulau Sulawesi dan tergolong sebagai sesar aktif (Bellier et al., 2001 dalam Supartoyo, Sulaiman dan Junaidi, 2014). Wilayah Sulawesi Tengah paling tidak telah mengalami 19 kali kejadian gempa bumi merusak (destructive earthquake) sejak tahun 1910 hingga 2013 (modifikasi dari Supartoyo dan Surono, 2008). Beberapa kejadian gempa bumi merusak tersebut pusat gempa buminya terletak di darat. Kejadian gempa bumi dengan pusat gempa bumi terletak di darat di sekitar lembah Palu Koro diperkirakan berkaitan dengan aktivitas Sesar Palu.



**Gambar 6 : Peta sebaran pusat gempa bumi merusak dan tahun kejadian di Pulau Sulawesi (modifikasi dari Supartoyo dan Surono, 2008).**

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.

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.

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.

#### **D. Dualisme Kerangka Referensi Kadastral**

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 JKGK dan berlanjut dengan pengadaan KDKK.

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.

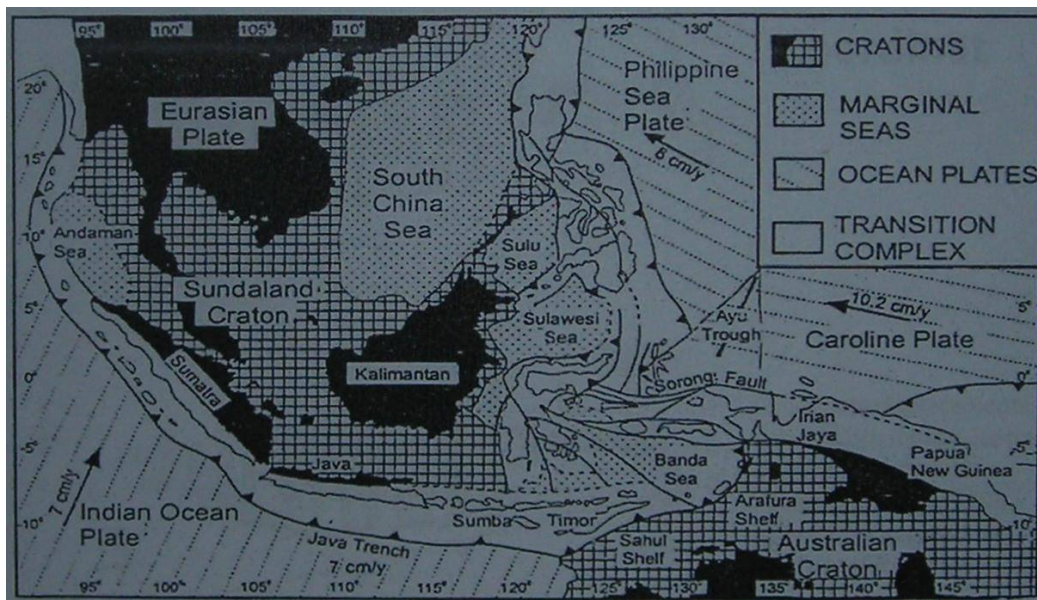
Pada tahun 2009, BPN mulai membangun infrastruktur GNSS-CORS (*Global Navigation Satellite System – Continuous Operating Reference Station*) untuk kepentingan survei kadastral, atau yang dikenal dengan nama Jaringan Referensi Satelit Pertanian (JRSP). Hingga akhir tahun 2013, telah dibangun 183 *base station* CORS yang ditempatkan di Kantor-kantor Pertanian, 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. 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 7 berikut ini,



**Gambar 7 : 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.

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 JKGK. 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.

#### **E. Ketelitian Pengukuran Batas Bidang Tanah**

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.

#### **F. Hipotesis**

Setelah menyimak berbagai pustaka di atas, hipotesis yang dapat disusun dalam penelitian ini adalah:

1. Terdapat perbedaan nilai koordinat TDT yang nyata di Sulawesi Tengah ;
2. Terdapat arah deformasi yang beragam di Sulawesi Tengah ;
3. Terdapat dampak yang nyata pada pemeliharaan data fisik pendaftaran tanah.



# **BAB III**

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan statistik untuk mendeskripsikan besar dan arah deformasi titik-titik dasar teknik serta pengaruhnya pada batas bidang tanah di Sulawesi Tengah.

### **A. Lokasi Penelitian**

Penelitian mengambil lokasi sampel di Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah. Pemilihan lokasi dengan mempertimbangkan bahwa wilayah Sigi adalah wilayah terbesar di Sulawesi Tengah yang dilalui sesar Palu Koro. Meskipun tidak ada *base station CORS* di Kantor Pertanahan Sigi, namun hal ini tidak menjadi kendala teknis, karena pengukuran menggunakan metode *post processing*.

### **B. Alat Dan Bahan Penelitian.**

Alat dan bahan yang digunakan meliputi :

- 1) Data Rinex Base Station INACORS
- 2) Buku Tugu Titik Dasar Teknik Orde 2 dan Orde 3
- 3) Rover GNSS Trimble R4, Trimble R9, Javad Triumph VS dan Leica 200
- 4) Peta Geologi Provinsi Sulawesi Tengah
- 5) Perangkat lunak *Trimble Business Center (TBC) Versions 3.30.2* Tahun 2015
- 6) Perangkat lunak Transformasi Koordinat : Bakosurtanal 2005 versi 1.0

### **C. Data penelitian**

Penelitian menggunakan data primer dan sekunder. Data primer merupakan harga koordinat Titik Dasar Teknik (TDT) orde 3 hasil pengukuran CORS, dan data sekunder merupakan harga koordinat TDT yang diperoleh dari Buku Tugu. Data sekunder lainnya adalah kondisi geologis wilayah penelitian.

### **D. Teknik Pengumpulan Data**

Pengumpulan data harga koordinat pada *epoch reference 2008.0* menggunakan teknik survei GNSS metode *static differential* dalam waktu 1 jam secara simultan di 4 TDT Orde 3 pada masing-masing sesi pengamatan, sedangkan harga koordinat pada *epoch reference 1993.0* diperoleh dari dokumen Buku Tugu. Pemilihan TDT dengan kriteria: 1) *baseline* antar titik sekitar 10 kilometer dan tidak lebih daripada 7 kilometer dari *base station CORS*; 2) pengukuran per sesi pengamatan dilakukan untuk 4 TDT yang terletak pada zona sesar yang sama.

## **E. Teknik Analisis**

Hasil pengukuran GNSS CORS diolah menggunakan perangkat lunak TBC. Selanjutnya dilakukan transformasi koordinat dengan menggunakan perangkat lunak transformasi. Hasil perhitungan berupa koordinat geodetik dan koordinat kartesian dari TDT yang diukur dalam sistem referensi DGN 1995 dan SRGI 2013. Selanjutnya dilakukan analisis sesuai *research questions* sebagai berikut :

1. Analisis besar/nilai pergeseran posisi TDT didasarkan pada perbedaan koordinat terhitung dan ditinjau signifikansinya ;
2. Analisis arah deformasi dengan melihat nilai azimuth dari perubahan posisi TDT terhitung ;
3. Dampak pada pemeliharaan data pendaftaran tanah dengan melihat ada tidaknya pengaruh nilai dan arah deformasi terhadap posisi tanda batas bidang tanah.

## **BAB IV**

# GAMBARAN UMUM WILAYAH PENELITIAN

## A. Kondisi Wilayah Penelitian

Wilayah administrasi provinsi Sulawesi Tengah terdiri dari 12 kabupaten dan 1 kota sebagai berikut :

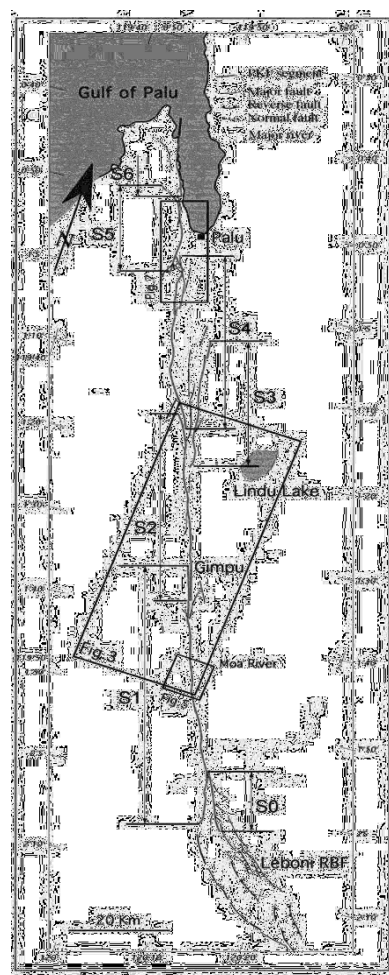
1. Kabupaten Banggai
2. Kabupaten Banggai Kepulauan
3. Kabupaten Banggai Laut
4. Kabupaten Buol
5. Kabupaten Donggala
6. Kabupaten Morowali
7. Kabupaten Morowali Utara
8. Kabupaten Parigi Moutong
9. Kabupaten Poso
10. Kabupaten Sigi
11. Kabupaten Tojo Una-Una
12. Kabupaten Tolitoli
13. Kota Palu

Sulawesi Tengah merupakan salah satu daerah rawan bencana gempa bumi di Indonesia (Supartoyo dan Surono, 2008), karena terletak dekat dengan sumber gempa bumi yang berada di darat dan di laut. Sumber-sumber gempa bumi tersebut terbentuk akibat proses tektonik yang terjadi sebelumnya. Sumber gempa bumi di laut berasal dari penunjaman Sulawesi Utara yang terletak di sebelah utara Pulau Sulawesi, sedangkan sumber gempa bumi di darat bersumber dari beberapa sesar aktif di daratan Sulawesi Tengah, salah satunya adalah Sesar Palu Koro.

Sesar Palu Koro merupakan sesar utama di Pulau Sulawesi dan tergolong sebagai sesar aktif (Bellier et al., 2001). Wilayah Sulawesi Tengah paling tidak telah mengalami 19 kali kejadian gempa bumi merusak (*destructive earthquake*) sejak tahun 1910 hingga 2013 (modifikasi dari Supartoyo dan Surono, 2008). Beberapa kejadian gempa bumi merusak tersebut pusat gempa

buminya terletak di darat. Kejadian gempa bumi dengan pusat gempa bumi terletak di darat di sekitar lembah Palu Koro diperkirakan berkaitan dengan aktivitas Sesar Palu.

Sesar Palu-Koro diketahui memotong Kota Palu (Lembah Palu) dan Sungai Lariang pada segmen Sungai Koro (Lembah Koro). Lajur sesar, memanjang mulai dari sekitar batas perairan Laut Sulawesi dengan Selat Makassar sampai pantai utara Teluk Bone. Panjangnya sekitar 500 km. Di darat, sesar ini mempunyai panjang sekitar 250 km, mulai dari Teluk Palu memanjang ke arah selatan-tenggara hingga pantai utara Teluk Bone. Sesar Palu Koro membelah wilayah Sulawesi Tengah daratan melalui kota Palu mengarah ke selatan timur hingga wilayah kabupaten Sigi sebagaimana tampak pada gambar berikut ini :



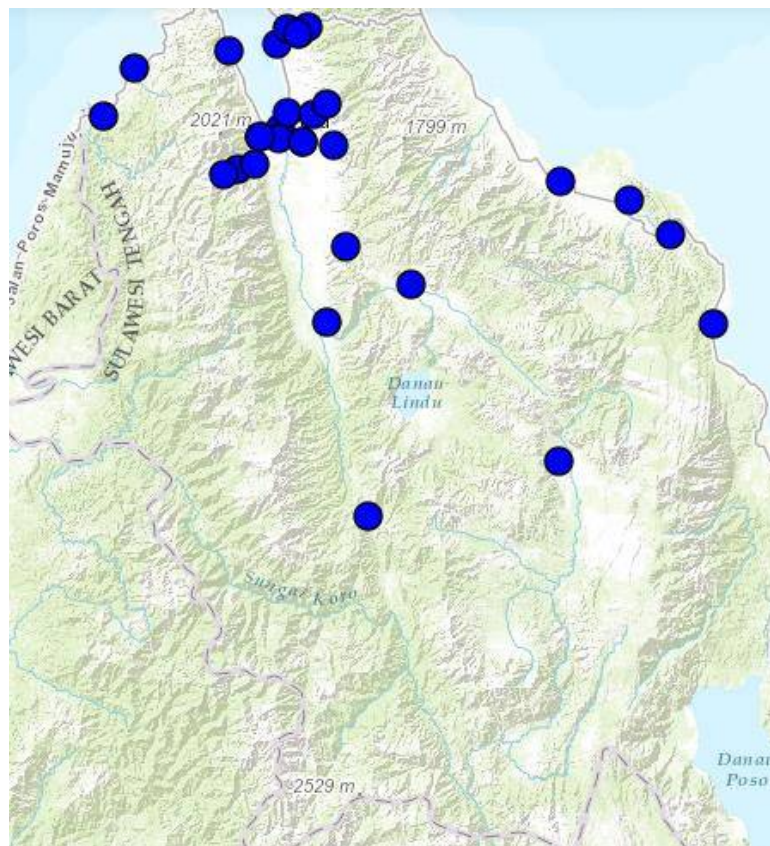
**Gambar 8 : Pembagian segmentasi Sesar Palu Koro  
(Sumber : Bellier *et al.*, 2001)**

## **B. Infrastruktur CORS dan INACORS**

Wilayah Kantor Wilayah BPN Provinsi Sulawesi Tengah secara umum belum memiliki infrastruktur CORS yang memadai. Fasilitas CORS baru meliputi 5 kantah dari 11 kantah sebagai berikut :

1. Kantah Kota Palu : Base Station dan 1 Rover
2. Kantah Kabupaten Poso : Base Station dan 1 Rover
3. Kantah Kabupaten Banggai : Base Station dan 1 Rover
4. Kantah Kabupaten Donggala : 1 Rover
5. Kantah Kabupaten Parigi Moutong : 1 Rover

Infrastruktur stasiun INACORS, milik Badan Informasi Geospasial (BIG), terdistribusi sebagaimana gambar berikut ini :



**Gambar 9 : Sebaran INACORS sekitar kota Palu  
(Sumber: Olah Data Sekunder, 2016)**

INACORS merupakan jaringan base station CORS yang dikelola oleh BIG. Peneliti memandang bahwa keberadaan INACORS menjadi alternatif base station selain JRSP dalam pengukuran GNSS dengan metode post processing.

### **C. Titik Dasar Teknik Orde 2 dan 3 di Kabupaten Sigi**

Berdasarkan Kertas Kerja Inventarisasi Tugu dan Buku Tugu Kantor Pertanahan Sigi No. 475/72.10-200/XI/2013, maka diperoleh data TDT Orde 2 sejumlah 7 titik dan Orde 3 sebanyak 72 buah (lihat Lampiran 1).



## BAB V

### PENGUKURAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### A. Persiapan

Langkah kerja dalam tahapan persiapan adalah :

1. Inventarisasi TDT di wilayah penelitian.

Dalam hal ini peneliti melakukan inventarisasi data di Kanwil BPN Provinsi Sulawesi Tengah dan Kantah Kabupaten Sigi.

2. Pengujian Alat GNSS

Pengujian alat GNSS diperlukan untuk memeriksa kondisi masing-masing unit alat dan menguji konektivitas data antar alat. Hal ini dilakukan karena peneliti menggunakan alat yang berbeda merk dan tipe yaitu Trimble R4, Trimble R9, Javad Triumph VS dan Leica 200.

Pengecekan dengan melakukan pengambilan sampling data dalam waktu 15 menit secara simultan dan diolah menggunakan software pengolah data TBC dari GNSS Trimble. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa alat dan konektivitas data dalam kondisi baik.

3. Seleksi TDT dan Base Station

Pemilihan TDT sesuai dengan kriteria yang direncanakan ternyata sulit dipenuhi, karena distribusi TDT dan *base station* yang dijumpai di lapangan sangat kondisional. Solusi yang diambil adalah menyeleksi TDT yang terletak di sekitar sesar Palu Koro dan terdistribusi merata dengan rentang jarak relatif berimbang dari *base station* terdekat. TDT Orde 3 terpilih adalah nomor 1901001 s.d. 004 di sisi timur sesar dan TDT nomor 1901006, 1901033, 1901051, 1901055 di sisi barat. Sedangkan base station direncanakan menggunakan salah satu stasiun INACORS. Penggunaan INACORS dengan pertimbangan bahwa metode yang digunakan adalah *post processing* dan data *rinex base station* relatif mudah diperoleh.

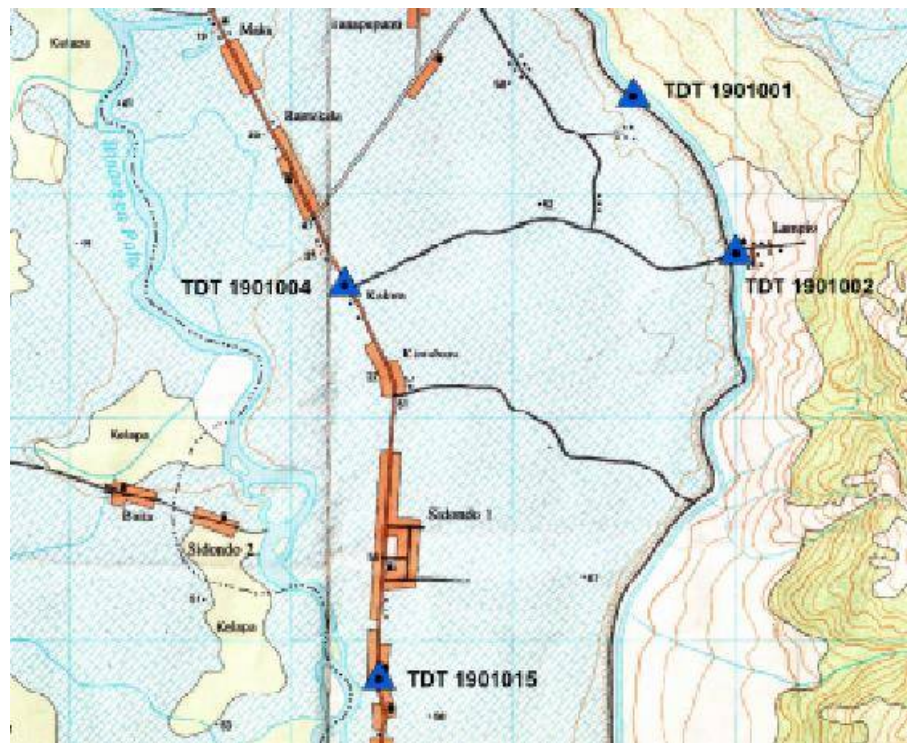
#### B. Orientasi Lapangan

Tahap kedua adalah melakukan survei awal untuk menerapkan desain rencana pengukuran.

Setelah melihat kondisi lapangan dilakukan perubahan desain yaitu mengganti titik 1901003 dengan 1901015 untuk sisi timur dan 1901050 dengan 1901052 untuk sisi barat, karena TDT tidak ditemukan. Desain akhir posisi titik pengukuran sebagaimana gambar di bawah ini :

#### 1. Sisi timur

- Titik 1901001 di tepi saluran irigasi
- Titik 1901002 di tepi saluran irigasi
- Titik 1901004 di tepi jalan raya
- Titik 1901015 di tepi jalan raya

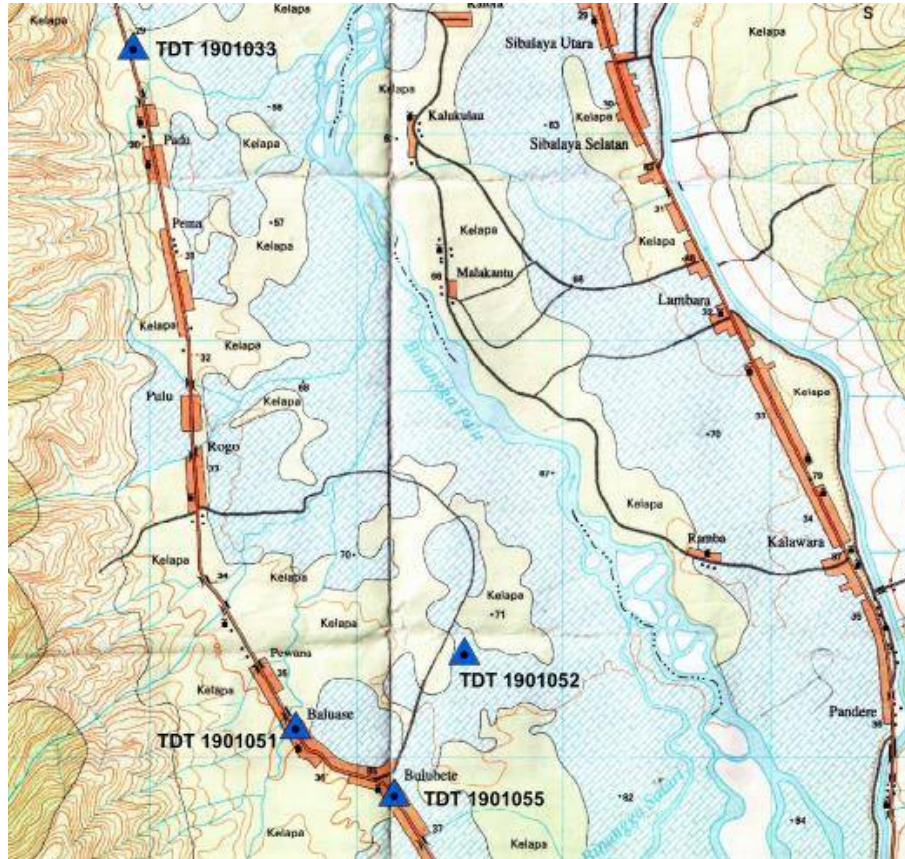


**Gambar 10 : Sebaran spot pengukuran (TDT Orde 3) sisi timur sesar  
(Sumber: Olah Data Sekunder, 2016)**

#### 2. Sisi barat

- 1901033 di halaman SD

- 1901051 di halaman kantor desa Baluase
- 1901052 di tepi jalan kampung
- 1901055 di halaman SD Bulubete



Gambar 11 : Sebaran spot pengukuran (TDT Orde 3) sisi barat sesar  
(Sumber: Olah Data Sekunder, 2016)

### C. Pengukuran

Pengukuran TDT Orde 3 dengan peralatan sebagai berikut :

- Sisi timur sesar :
  - 1901001 → alat JAVAD
  - 1901002 → alat TRIMBLE
  - 1901004 → alat TRIMBLE
  - 1901015 → alat LEICA
- Sisi barat sesar :
  - 1901033 → alat JAVAD

- 1901051 → alat LEICA
- 1901055 → alat TRIMBLE
- 1901052 → alat TRIMBLE

Metode yang digunakan adalah metode *static* dengan lama pengamatan 1 jam untuk tiap sesi. Sesi I dilaksanakan di sisi timur sesar, sedangkan sesi II berlokasi di sisi barat.

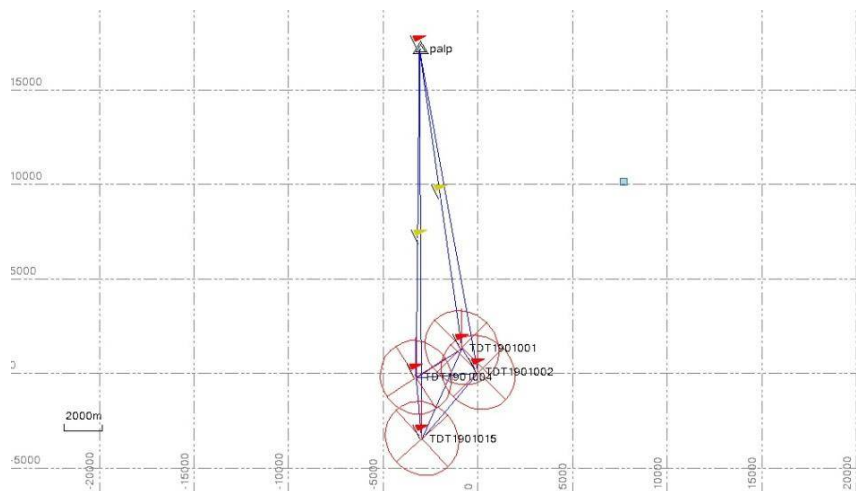
#### D. Pengolahan Data

INACORS Kota Palu dengan kode PALP digunakan sebagai *base station*. Pengolahan data dilaksanakan dengan variasi baseline menggunakan perangkat lunak *Trimble Business Center (TBC)*.

Pengolahan data dilakukan dengan variasi *baseline*. Alternatif *baseline* dimaksudkan untuk melihat variasi hasil dan akan dipilih hasil hitungan yang mempunyai kesalahan terkecil. Hasil yang diperoleh berupa koordinat geodetik titik pengamatan dan ellips kesalahan sebagai berikut :

#### 1. Daftar Koordinat Dan Ketelitian Hasil *Adjustment* Sesi I

##### a. Semua *baseline*



**Gambar 12 : Semua *baseline* sisi timur sesar  
(Sumber: Olah Data Primer, 2016)**

*Adjusted Geodetic Coordinates*

<i>Point ID</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Height (`Meter)</i>	<i>Height Error (Meter)</i>	<i>Constraint</i>
<a href="#">palp</a>	S0°54'56.93040"	E119°54'20.09880"	138.630	?	LLh
<a href="#">TDT1901001</a>	S1°03'32.33177"	E119°55'32.53286"	149.107	0.080	
<a href="#">TDT1901002</a>	S1°04'14.53619"	E119°56'00.04119"	150.397	0.080	
<a href="#">TDT1901004</a>	S1°04'23.00781"	E119°54'14.60040"	107.351	0.080	
<a href="#">TDT1901015</a>	S1°06'08.93512"	E119°54'24.01631"	113.131	0.084	

**Tabel 2 : Koordinat geodetik *base station* dan TDT semua *baseline* sisi timur sesar**  
(Sumber: Olah Data Primer, 2016)

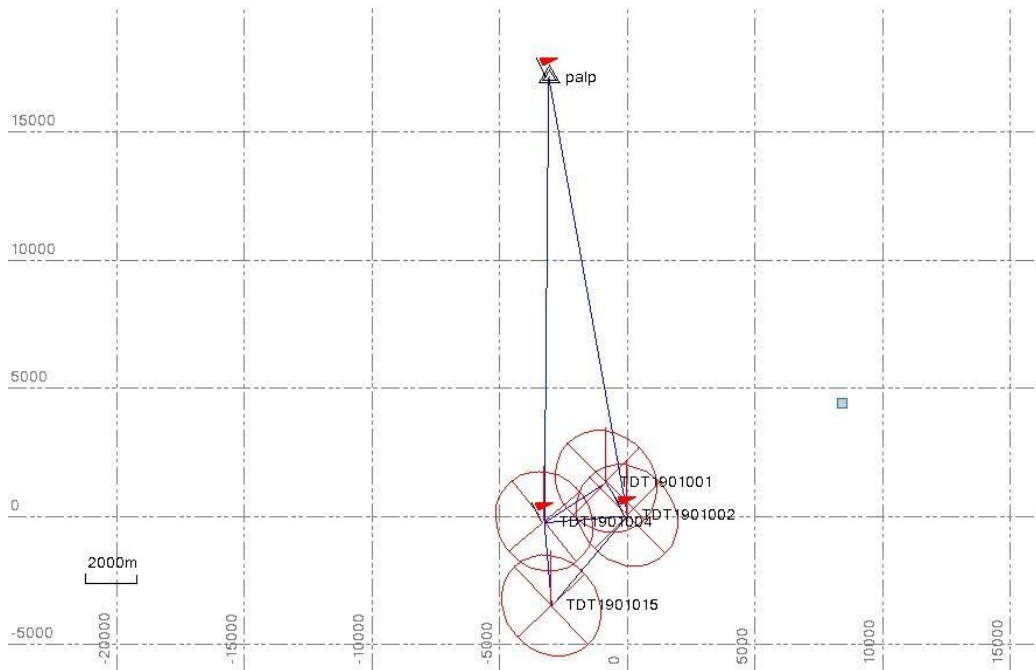
*Error Ellipse Components*

<i>Point ID</i>	<i>Semi-major axis (Meter)</i>	<i>Semi-minor axis (Meter)</i>	<i>Azimuth</i>
<a href="#">TDT1901001</a>	0.032	0.029	135°
<a href="#">TDT1901002</a>	0.032	0.029	136°
<a href="#">TDT1901004</a>	0.030	0.028	147°
<a href="#">TDT1901015</a>	0.033	0.030	138°

**Tabel 3 : Ellips kesalahan TDT semua *baseline* sisi timur sesar**  
(Sumber: Olah Data Primer, 2016)

Berdasarkan analisis nilai ellips kesalahan, pengukuran pada masing-masing TDT menunjukkan hasil ketelitian yang relatif sama. *Semi-major axis* di kisaran 0,030- 0,033 m, sedangkan *semi-minor axis* 0,028-0,030 m.

b. Alternatif *baseline* I



**Gambar 13 : Alternatif *baseline* I sisi timur sesar  
(Sumber: Olah Data Primer, 2016)**

*Adjusted Geodetic Coordinates*

<i>Point ID</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Height (Meter)</i>	<i>Height Error (Meter)</i>	<i>Constraint</i>
palp	S0°54'56.93040"	E119°54'20.09880"	138.630	?	LLh
TDT1901001	S1°03'32.33160"	E119°55'32.53289"	149.118	0.117	
TDT1901002	S1°04'14.53601"	E119°56'00.04123"	150.409	0.115	
TDT1901004	S1°04'23.00764"	E119°54'14.60045"	107.362	0.115	
TDT1901015	S1°06'08.93491"	E119°54'24.01635"	113.144	0.123	

**Tabel 4 : Koordinat geodetik *base station* dan TDT semua alternatif *baseline* I sisi timur sesar  
(Sumber: Olah Data Primer, 2016)**

*Error Ellipse Components*

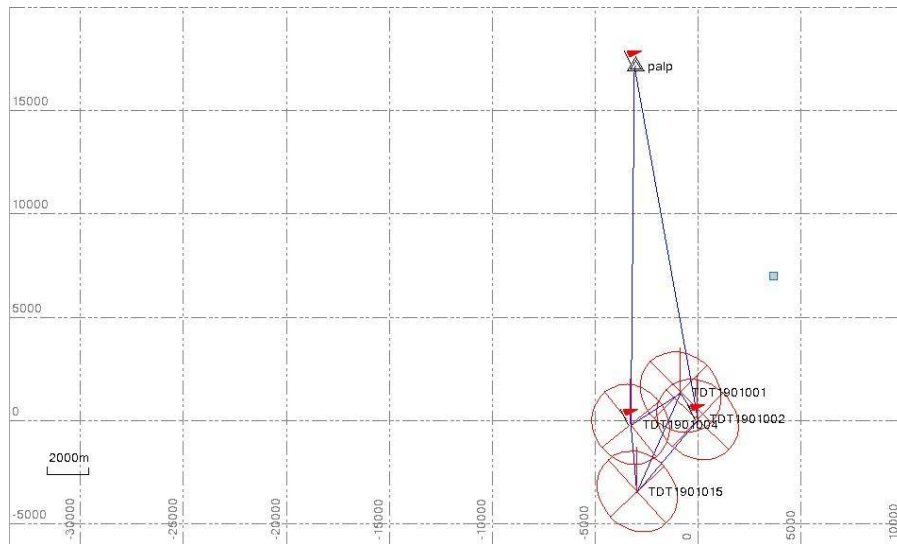


<i>Point ID</i>	<i>Semi-major axis (Meter)</i>	<i>Semi-minor axis (Meter)</i>	<i>Azimuth</i>
TDT1901001	0.044	0.038	134°
TDT1901002	0.043	0.037	135°
TDT1901004	0.040	0.036	141°
TDT1901015	0.045	0.039	137°

**Tabel 5 : Ellips kesalahan TDT alternatif *baseline I* sisi timur sesar**  
(Sumber: Olah Data Primer, 2016)

Nilai ellips kesalahan untuk alternatif *baseline I* menunjukkan hasil ketelitian yang relatif sama. *Semi-major axis* di kisaran 0,040- 0,045 m, sedangkan *semi-minor axis* 0,036-0,039 m. Ketelitian lebih rendah dibandingkan hasil hitungan yang melibatkan semua *baseline*.

c. Alternatif *Baseline II*



**Gambar 14 : Alternatif *baseline II* sisi timur sesar**  
(Sumber: Olah Data Primer, 2016)

*Adjusted Geodetic Coordinates*

<i>Point ID</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Height (Meter)</i>	<i>Height Error (Meter)</i>	<i>Constraint</i>
palp	S0°54'56.93040"	E119°54'20.09880"	138.630	?	LLh
TDT1901001	S1°03'32.33159"	E119°55'32.53292"	149.120	0.114	
TDT1901002	S1°04'14.53607"	E119°56'00.04124"	150.406	0.115	
TDT1901004	S1°04'23.00762"	E119°54'14.60045"	107.367	0.115	
TDT1901015	S1°06'08.93494"	E119°54'24.01636"	113.143	0.118	

**Tabel 6 : Koordinat geodetik *base station* dan TDT alternatif *baseline II* sisi timur sesar (Sumber: Olah Data Primer, 2016)**

*Error Ellipse Components*

<i>Point ID</i>	<i>Semi-major axis (Meter)</i>	<i>Semi-minor axis (Meter)</i>	<i>Azimuth</i>
TDT1901001	0.042	0.037	135°
TDT1901002	0.044	0.037	133°
TDT1901004	0.039	0.036	141°
TDT1901015	0.043	0.037	137°

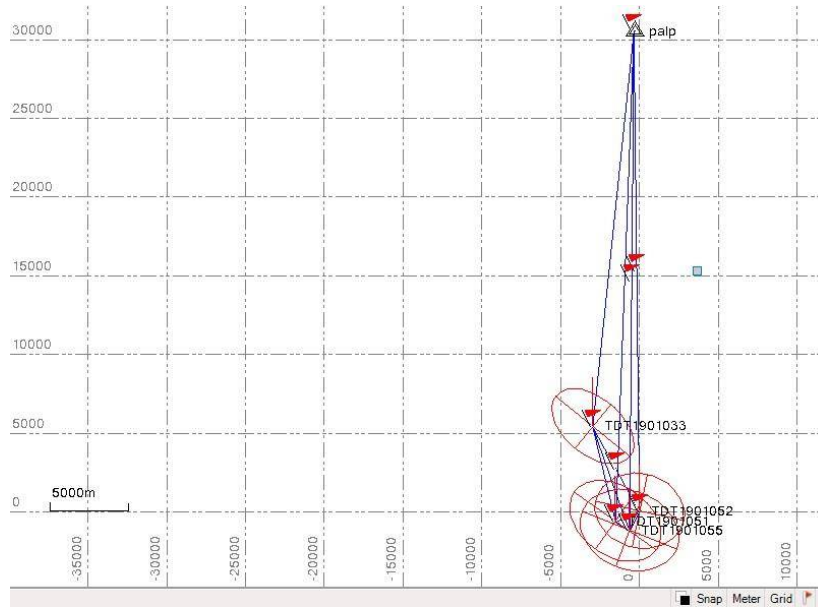
**Tabel 7 : Ellips kesalahan TDT alternatif *baseline II* sisi timur sesar (Sumber: Olah Data Primer, 2016)**

Nilai ellips kesalahan untuk alternatif *baseline II* menunjukkan hasil ketelitian yang relatif sama. *Semi-major axis* di kisaran 0,039-0,044 m, sedangkan *semi-minor axis* 0,036-0,037 m. Ketelitian lebih rendah dibandingkan hasil hitungan yang melibatkan semua *baseline* dan relatif sama dengan alternatif *baseline I*.

## **2. Daftar Koordinat Dan Ketelitian Hasil *Adjustment* Sesi II**



a. Semua *Baseline*



**Gambar 15 : Semua *baseline* sisi barat sesar**  
(Sumber: Olah Data Primer, 2016)

*Adjusted Geodetic Coordinates*

<i>Point ID</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Height (Meter)</i>	<i>Height Error (Meter)</i>	<i>Constraint</i>
palp	S0°54'56.93040"	E119°54'20.09880"	138.630	?	LLh
TDT1901033	S1°08'34.96162"	E119°52'55.52178"	133.488	0.069	
TDT1901051	S1°11'51.33260"	E119°53'42.53118"	155.781	0.062	
TDT1901052	S1°11'29.73624"	E119°54'31.34919"	134.462	0.082	
TDT1901055	S1°12'10.56529"	E119°54'11.08615"	144.006	0.058	

**Tabel 8 : Koordinat geodetik *base station* dan TDT semua *baseline* barat sesar**  
(Sumber: Olah Data Primer, 2016)

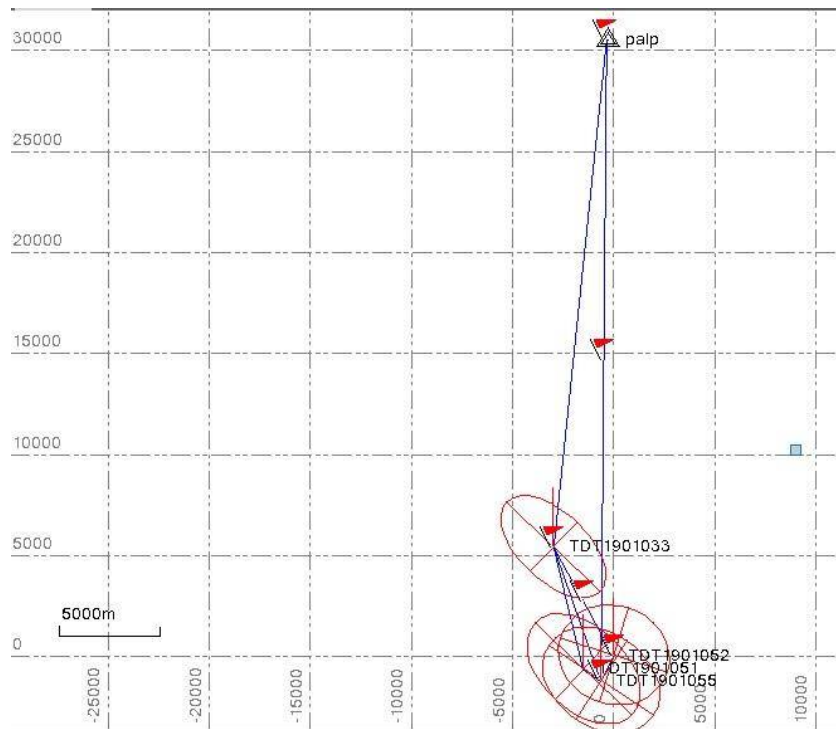
*Error Ellipse Components*

<i>Point ID</i>	<i>Semi-major axis (Meter)</i>	<i>Semi-minor axis (Meter)</i>	<i>Azimuth</i>
TDT1901033	0.037	0.022	130°
TDT1901051	0.038	0.026	125°
TDT1901052	0.045	0.037	103°
TDT1901055	0.041	0.032	112°

**Tabel 9 : Ellips kesalahan TDT semua *baseline* sisi barat sesar  
(Sumber: Olah Data Primer, 2016)**

Berdasarkan analisis nilai ellips kesalahan, pengukuran pada masing-masing TDT menunjukkan hasil ketelitian yang bervariasi. *Semi-major axis* untuk TDT 033, 051 dan 055 di kisaran 0,037-0,041 m, sedangkan *semi-minor axis* 0,022-0,032 m. Untuk TDT 052 terdapat nilai terbesar yaitu 0,045 m dan 0,037 m.

b. Alternatif *Baseline* I



**Gambar 16 : Alternatif *baseline* I sisi barat sesar  
(Sumber: Olah Data Primer, 2016)**

*Adjusted Geodetic Coordinates*

<i>Point ID</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Height (Meter)</i>	<i>Height Error (Meter)</i>	<i>Constraint</i>
palp	S0°54'56.93040"	E119°54'20.09880"	138.630	?	LLh
TDT1901033	S1°08'34.96136"	E119°52'55.52167"	133.496	0.058	
TDT1901051	S1°11'51.33227"	E119°53'42.53107"	155.789	0.053	
TDT1901052	S1°11'29.73606"	E119°54'31.34934"	134.451	0.086	
TDT1901055	S1°12'10.56497"	E119°54'11.08612"	144.012	0.049	

**Tabel 10 : Koordinat geodetik *base station* dan TDT alternatif *baseline I* sisi barat sesar (Sumber: Olah Data Primer, 2016)**

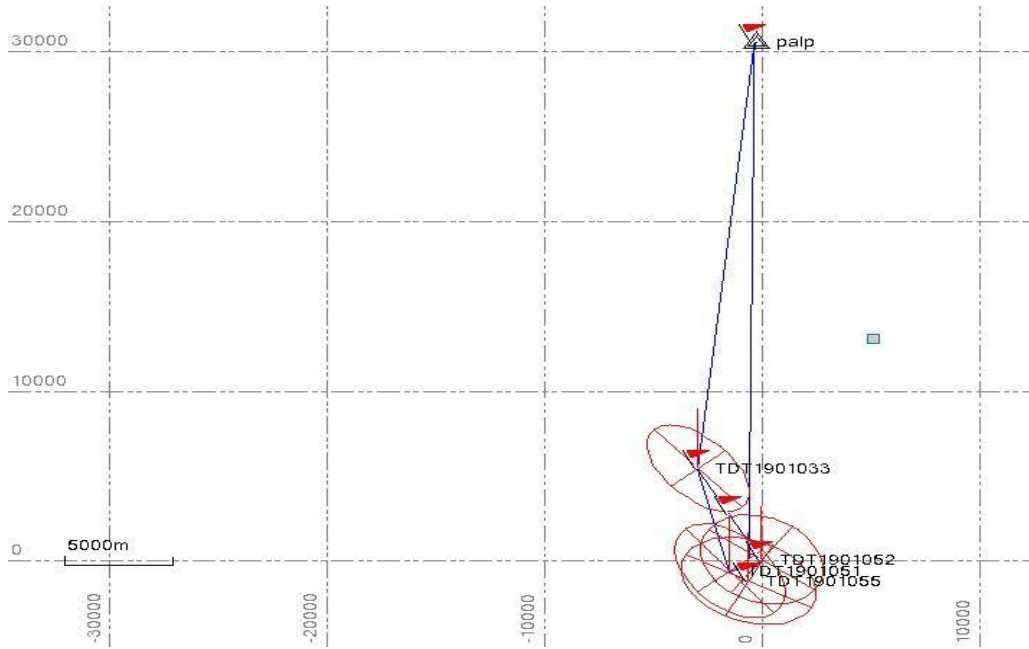
*Error Ellipse Components*

<i>Point ID</i>	<i>Semi-major axis (Meter)</i>	<i>Semi-minor axis (Meter)</i>	<i>Azimuth</i>
TDT1901033	0.034	0.018	133°
TDT1901051	0.036	0.022	133°
TDT1901052	0.047	0.041	108°
TDT1901055	0.037	0.028	124°

**Tabel 11 : Ellips kesalahan TDT alternatif *baseline I* sisi barat sesar (Sumber: Olah Data Primer, 2016)**

Ellips kesalahan masing-masing TDT pada alternatif *baseline I* menunjukkan hasil ketelitian yang bervariasi. *Semi-major axis* untuk TDT 033, 051 dan 055 di kisaran 0,034-0,037 m, sedangkan *semi-minor axis* 0,018-0,028 m. Untuk TDT 052 memiliki nilai terbesar yaitu 0,047 m dan 0,041 m.

c. Alternatif *Baseline II*



**Gambar 17 : Alternatif *baseline* II sisi barat sesar  
(Sumber: Olah Data Primer, 2016)**

*Adjusted Geodetic Coordinates*

<i>Point ID</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Height (Meter)</i>	<i>Height Error (Meter)</i>	<i>Constraint</i>
palp	S0°54'56.93040"	E119°54'20.09880"	138.630	?	LLh
TDT1901033	S1°08'34.96115"	E119°52'55.52174"	133.607	0.068	
TDT1901051	S1°11'51.33208"	E119°53'42.53110"	155.908	0.065	
TDT1901052	S1°11'29.73574"	E119°54'31.34878"	134.596	0.072	
TDT1901055	S1°12'10.56493"	E119°54'11.08537"	144.148	0.061	

**Tabel 12 : Koordinat geodetik *base station* dan TDT alternatif *baseline* II sisi barat sesar  
(Sumber: Olah Data Primer, 2016)**

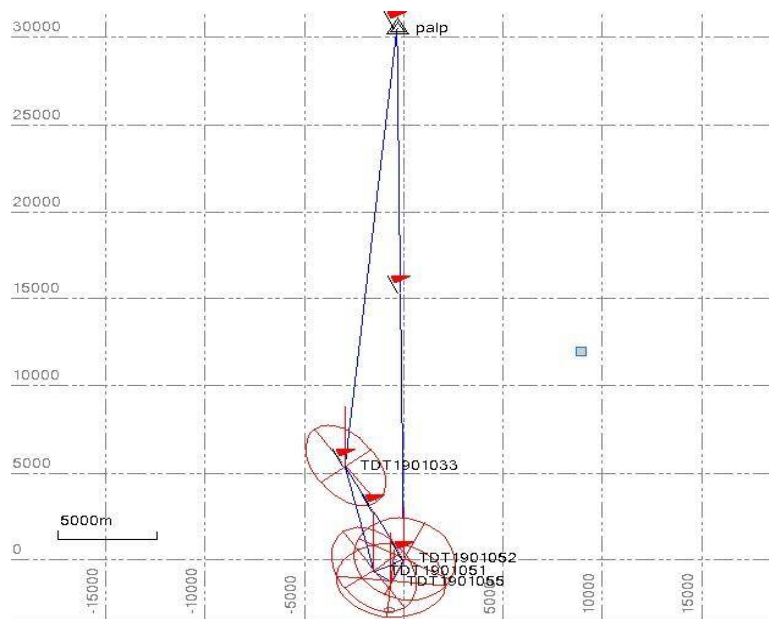
*Error Ellipse Components*

<i>Point ID</i>	<i>Semi-major axis (Meter)</i>	<i>Semi-minor axis (Meter)</i>	<i>Azimuth</i>
TDT1901033	0.028	0.015	139°
TDT1901051	0.030	0.018	140°
TDT1901052	0.033	0.026	126°
TDT1901055	0.034	0.024	118°

**Tabel 13 : Ellips kesalahan TDT alternatif *baseline II* sisi barat sesar  
(Sumber: Olah Data Primer, 2016)**

Ellips kesalahan masing-masing TDT pada alternatif *baseline II* menunjukkan hasil ketelitian yang relatif sama. *Semi-major axis* di kisaran 0,028-0,034 m, sedangkan *semi-minor axis* 0,015-0,026 m.

d. Alternatif *Baseline III*



**Gambar 18 : Alternatif *baseline III* sisi barat sesar  
(Sumber: Olah Data Primer, 2016)**

*Adjusted Geodetic Coordinates*

<i>Point ID</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Height (Meter)</i>	<i>Height Error (Meter)</i>	<i>Constraint</i>
palp	S0°54'56.93040"	E119°54'20.09880"	138.630	?	LLh
TDT1901033	S1°08'34.96142"	E119°52'55.52184"	133.539	0.235	
TDT1901051	S1°11'51.33235"	E119°53'42.53122"	155.838	0.238	
TDT1901052	S1°11'29.73605"	E119°54'31.34900"	134.525	0.248	
TDT1901055	S1°12'10.56513"	E119°54'11.08573"	144.073	0.241	

**Tabel 14 : Koordinat geodetik *base station* dan TDT alternatif *baseline III* sisi barat sesar (Sumber: Olah Data Primer, 2016)**

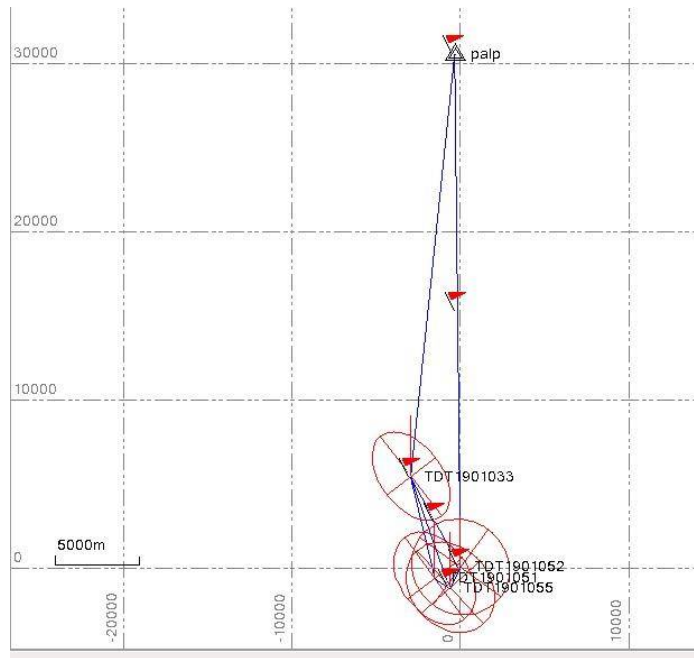
*Error Ellipse Components*

<i>Point ID</i>	<i>Semi-major axis (Meter)</i>	<i>Semi-minor axis (Meter)</i>	<i>Azimuth</i>
TDT1901033	0.055	0.034	143°
TDT1901051	0.058	0.039	144°
TDT1901052	0.064	0.056	116°
TDT1901055	0.072	0.055	96°

**Tabel 15 : Ellips kesalahan TDT alternatif *baseline III* sisi barat sesar (Sumber: Olah Data Primer, 2016)**

Ellips kesalahan masing-masing TDT pada alternatif *baseline III* menunjukkan hasil ketelitian yang bervariasi. *Semi-major axis* di kisaran 0,055-0,072 m, sedangkan *semi-minor axis* 0,034-0,056 m.

e. Alternatif *Baseline IV*



**Gambar 19 : Alternatif *baseline* IV sisi barat sesar  
(Sumber: Olah Data Primer, 2016)**

*Adjusted Geodetic Coordinates*

<i>Point ID</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Height (Meter)</i>	<i>Height Error (Meter)</i>	<i>Constraint</i>
palp	S0°54'56.93040"	E119°54'20.09880"	138.630	?	LLh
TDT1901033	S1°08'34.96140"	E119°52'55.52183"	133.543	0.251	
TDT1901051	S1°11'51.33234"	E119°53'42.53122"	155.838	0.254	
TDT1901052	S1°11'29.73636"	E119°54'31.34946"	134.507	0.276	
TDT1901055	S1°12'10.56506"	E119°54'11.08626"	144.062	0.256	

**Tabel 16 : Koordinat geodetik *base station* dan TDT semua alternatif *baseline* IV sisi barat sesar  
(Sumber: Olah Data Primer, 2016)**

*Error Ellipse Components*

<i>Point ID</i>	<i>Semi-major axis (Meter)</i>	<i>Semi-minor axis (Meter)</i>	<i>Azimuth</i>
TDT1901033	0.059	0.036	143°
TDT1901051	0.061	0.042	144°
TDT1901052	0.074	0.069	126°
TDT1901055	0.062	0.050	139°

**Tabel 17 : Ellips kesalahan TDT alternatif *baseline IV* sisi barat sesar  
(Sumber: Olah Data Primer, 2016)**

Ellips kesalahan masing-masing TDT pada alternatif *baseline IV* menunjukkan hasil ketelitian yang bervariasi. Untuk TDT 033, 051 dan 055 *semi-major axis* di kisaran 0,059-0,062 m, sedangkan *semi-minor axis* 0,036-0,050 m. Sedangkan untuk TDT 052 0,074 m dan 0,069 m.



## BAB VI

# ANALISIS NILAI DAN ARAH DEFORMASI SERTA DAMPAK PADA PEMELIHARAAN DATA FISIK PENDAFTARAN TANAH

### A. Analisis Ellips Kesalahan

Analisis data yang paling awal dilakukan adalah analisis ellips kesalahan pengukuran di setiap TDT di sebelah timur dan barat sesar.

Kompilasi ellips kesalahan untuk TDT di sisi timur sesar adalah sebagai berikut :

<i>Point ID</i>	<i>Semua baseline</i>		<i>Alternatif I</i>		<i>Alternatif II</i>	
	<i>Semi-major Axis (m)</i>	<i>Semi-minor Axis (m)</i>	<i>Semi-major Axis (m)</i>	<i>Semi-minor Axis (m)</i>	<i>Semi-major Axis (m)</i>	<i>Semi-minor Axis (m)</i>
TDT1901001	0.032	0.029	0.044	0.038	0.042	0.037
TDT1901002	0.032	0.029	0.043	0.037	0.044	0.037
TDT1901004	0.030	0.028	0.040	0.036	0.039	0.036
TDT1901015	0.033	0.030	0.045	0.039	0.043	0.037

**Tabel 18 : Kompilasi ellips kesalahan TDT sisi timur sesar  
(Sumber: Olah Data Primer, 2016)**

Berdasarkan analisis nilai ellips kesalahan tersebut, maka hasil hitungan yang melibatkan semua *baseline* menjadi pilihan terbaik untuk TDT di sisi timur sesar, karena memiliki kesalahan terkecil.

Kompilasi ellips kesalahan untuk TDT di sisi barat sesar adalah sebagai berikut :

Point ID	Semua <i>baseline</i>		Alternatif I		Alternatif II		Alternatif III	Alternatif IV		
	<i>Semi-major Axis</i> (m)	<i>Semi-minor Axis</i> (m)	<i>Semi-major Axis</i> (m)	<i>Semi-minor Axis</i> (m)	<i>Semi-major Axis</i> (m)	<i>Semi-minor Axis</i> (m)	<i>Semi-major Axis</i> (m)	<i>Semi-minor Axis</i> (m)	<i>Semi-major Axis</i> (m)	<i>Semi-minor Axis</i> (m)
TDT1901033	0.037	0.022	0.034	0.018	0.042	0.037	0.055	0.034	0.059	0.036
TDT1901051	0.038	0.026	0.036	0.022	0.044	0.037	0.058	0.039	0.061	0.042
TDT1901052	0.045	0.037	0.047	0.041	0.039	0.036	0.064	0.056	0.074	0.069
TDT1901055	0.041	0.032	0.037	0.028	0.043	0.037	0.072	0.055	0.062	0.050

**Tabel 19 : Kompilasi ellips kesalahan TDT sisi barat sesar  
(Sumber: Olah Data Primer, 2016)**

Berdasarkan analisis nilai ellips kesalahan tersebut, maka hasil hitungan yang melibatkan semua *baseline* menjadi pilihan terbaik untuk TDT sisi barat sesar, karena memiliki variasi dan kesalahan terkecil.

## B. Perhitungan Nilai dan Azimuth Deformasi

Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai dan azimuth deformasi TDT berdasarkan nilai koordinat hasil *adjustment* yang terbaik, baik di sisi timur maupun sisi barat sesar sebagai berikut

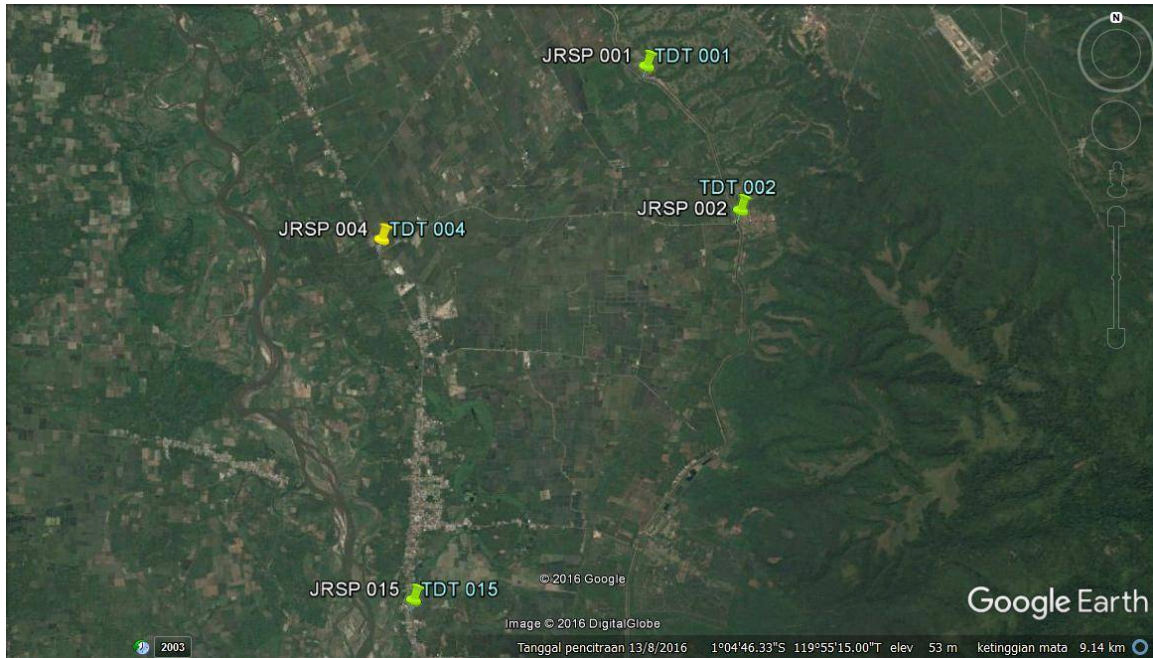
:

### SESI I (SISI TIMUR SESAR)

No. TDT	Buku Tugu (DGN 95)		Peng. JRSP (SRGI 13)		dX (meter)	dY (meter)	dL (meter)	Azimuth (°)
	X (meter)	Y (meter)	X (meter)	Y (meter)				
TDT1901001	358681,786	1382878,098	358682,278	1382879,019	0,492	0,921	1,044176709	208,1112199
TDT1901002	359531,821	1381581,111	359532,326	1381582,032	0,505	0,921	1,050364698	208,7367096
TDT1901004	356271,068	1381322,468	356271,644	1381323,282	0,576	0,814	0,997182029	215,2838628
TDT1901015	356560,947	1378068,061	356561,294	1378068,909	0,347	0,848	0,91624942	202,2542852

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

**Tabel 20 : Nilai dan azimuth deformasi TDT sisi timur sesar  
(Sumber: Olah Data Primer, 2016)**



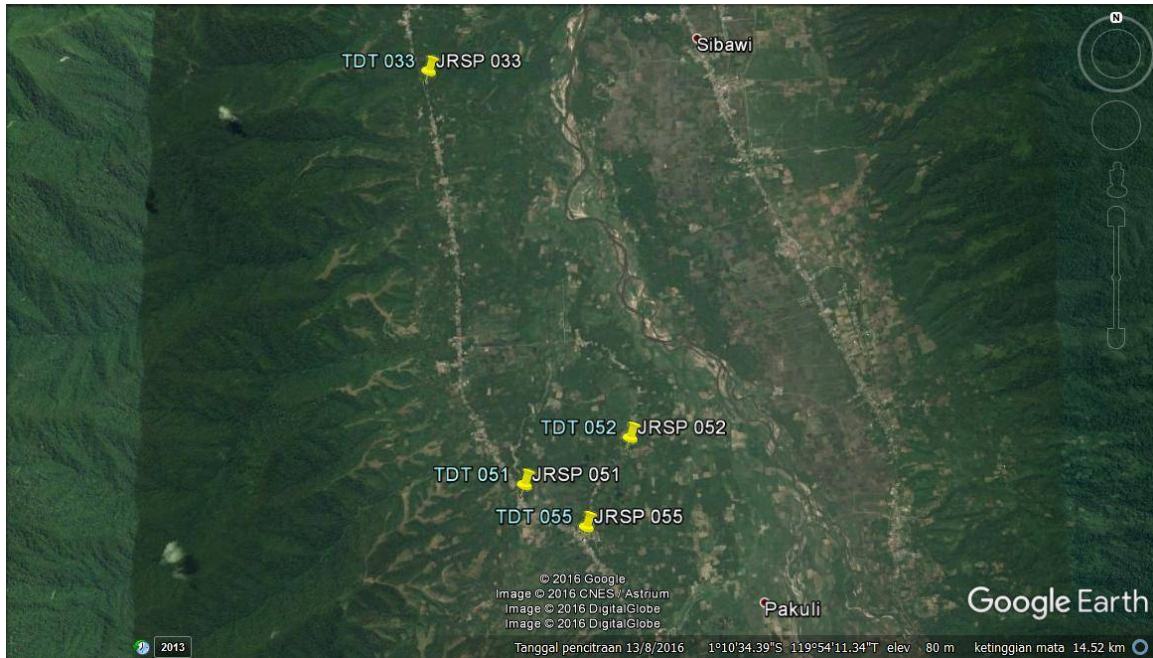
**Gambar 20 : Sebaran koordinat TDT Buku Tugu dan JRSP hasil pengukuran di sisi timur sesar  
(Sumber: Olah Data Primer, 2016)**

**SESI II (SISI BARAT SESAR)**

No. TDT	Buku Tugu (DGN 95)		Peng. JRSP (SRGI 13)		dX (meter)	dY (meter)	dL (meter)	Azimuth (°)
	X (meter)	Y(meter)	X(meter)	Y (meter)				
TDT1901033	353822,332	1373583,358	353822,698	1373584,095	0,366	0,737	0,822876054	206,4093565
TDT1901051	355272,96	1367549,929	355273,322	1367550,62	0,362	0,691	0,780080124	207,6490736
TDT1901052	354927,56	1368212,603	354927,894	1368214,265	0,334	1,662	1,695228598	191,3629596
TDT1901055	356155,649	1366958,583	356155,987	1366959,314	0,338	0,731	0,805360168	204,8148913

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

**Tabel 21 : Nilai dan azimuth deformasi TDT sisi barat sesar  
(Sumber: Olah Data Primer, 2016)**



**Gambar 21 : Sebaran koordinat TDT Buku Tugu dan JRSP hasil pengukuran di sisi barat sesar  
(Sumber: Olah Data Primer, 2016)**

### C. Analisis Besar dan Arah Deformasi

Berdasarkan hasil pengolahan data dapat disampaikan beberapa hal berikut ini :

#### 1. Sesi I (sebelah timur sesar)

- Terdapat perbedaan nilai koordinat TDT buku tugu (DGN 1995) dengan nilai hasil pengamatan JRSP (SRGI 2013).
- Pergeseran lateral rerata = 0,998887381 meter dengan arah pergeseran rerata =  $208,7203268^0 = 208^043'13,08''$ .
- Nilai pergeseran lateral tertinggi pada titik dasar teknik TDT 1901002 sebesar 1,050364698 meter dengan azimuth  $208,7367096^0$ . Sedangkan terkecil pada titik dasar teknik TDT 1901015 dengan nilai pergeseran sebesar 0,91624942 meter dengan azimuth  $202,2542852^0$ .

#### 2. Sesi II (sebelah barat sesar)

- Terdapat perbedaan nilai koordinat TDT buku tugu (DGN 1995) dengan nilai hasil pengamatan JRSP (SRGI 2013).
- Pergeseran lateral rerata = 1,017350757 meter dengan arah pergeseran rerata =  $200,1226437^0 = 200^0 07' 21,36''$ .
- Nilai pergeseran lateral tertinggi pada titik dasar teknik TDT 1901052 sebesar 1,695228598 meter dengan azimut  $191,3629596^0$ . Sedangkan terkecil pada titik dasar teknik TDT 1901051 dengan nilai pergeseran sebesar 0,780080124 meter dengan azimut  $207,6490736^0$ .
- Berdasarkan nilai pergeseran pada titik 1901052 di atas yang mencapai nilai lebih dari 1,5 meter diduga dipengaruhi oleh halangan vegetasi pada saat pengamatan, sehingga dilakukan alternatif penghitungan dengan tidak melibatkan titik tersebut. Hasil yang diperoleh adalah pergeseran lateral rerata = 0,802772115 meter dengan arah pergeseran rerata =  $206,2911072^0 = 206^0 17' 27,96''$

Berkaitan dengan permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini, maka :

1. Posisi TDT bergeser secara nyata
2. Pergeseran bersifat sistemik mengarah ke selatan-barat

Argumen yang bisa diberikan adalah perbedaan nilai koordinat diakibatkan oleh perbedaan datum DGN 1995 dan SRGI 2013 yang pada dasarnya bisa diselesaikan dengan cara transformasi koordinat. Sedangkan deformasi kerak bumi sebagai aktivitas sesar Palu Koro dan sub sesar di Sulawesi Tengah tidak berpengaruh pada posisi TDT secara individual, karena diduga ada gerakan lempeng yang sistemik.

#### **D. Analisis Dampak Deformasi pada Bidang Tanah**

Dampak pada pemeliharaan data fisik pendaftaran tanah berkaitan dengan posisi tanda batas bidang tanah pada dasarnya tidak ada pengaruh nyata. Kesimpulan ini diambil karena terdapat nilai dan arah pergeseran yang relatif sama (sistemik), sehingga posisi tanda batas juga akan berubah secara serentak sesuai dengan perubahan posisi TDT.

## BAB VII

### PENUTUP

#### A. KESIMPULAN.

4. Koordinat TDT di sebelah timur sesar Palu Koro memiliki pergeseran lateral rerata = 0,998887381 meter dan arah pergeseran rerata =  $208,7203268^0 = 208^043'13,08''$ , sedangkan sisi barat sesar dengan nilai pergeseran lateral rerata = 0,802772115 meter dan arah pergeseran rerata =  $206,2911072^0 = 206^017'27,96''$ .
5. Nilai dan arah deformasi TDT di Sulawsi Tengah bersifat sistemik mengarah selatan – barat.
6. Pemeliharaan data fisik pendaftaran tanah tidak dipengaruhi aktivitas sesar Palu Koro, karena pergeseran TDT dan tanda batas bidang tanah bersifat sistemik.

#### B. REKOMENDASI.

1. Perlu dilakukan transformasi koordinat untuk pendefinisian ulang nilai koordinat TDT dalam datum terbaru (SRGI 2013).
2. Perlu diadakan revisi sistem koordinat pada peta pendaftaran, peta dasar pendaftaran dan dokumen lain yan terkait sesuai dengan rekomendasi butir 1.
3. Perlu inventarisasi ulang TDT Orde 2 dan 3 untuk *update* informasi buku tugu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Hasanuddin Z.. 2000. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*, Cetakan kedua, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Abidin, Hasanuddin Z.. “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.
- 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, 2<sup>nd</sup> 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. *Geodinamics and Modern Datum Definition*, Lecture Notes part 6, 2<sup>nd</sup> 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*. 2<sup>nd</sup> Tropical School of Geodesy, Bandung 4 - 16 Nov. 1996.
- 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.
- 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.
- Supartoyo; Sulaiman, Cecep dan Junaedi, Deden, “Kelas Tektonik Sesar Palu Koro, Sulawesi Tengah”, dalam *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi Tahun 2014*, Bandung



Supartoyo dan Surono, 2008, *Katalog Gempa bumi Merusak di Indonesia Tahun 1629 – 2007*, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Bandung.

### **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.