

DEFORMASI TITIK DASAR TEKNIK DAN  
DAMPAKNYA TERHADAP SURVEI-PEMETAAN  
KADASTRAL DI KABUPATEN KONAWE UTARA  
PROVINSI SULAWESI TENGGARA

---



**Laporan Penelitian**

Disusun oleh:  
Tanjung Nugroho  
Muh Arif Suhattanto  
Tjahjo Arianto

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

**Yogyakarta**

**2016**

## DAFTAR ISI

BAB I. PENDAHULUAN.....	3
I-1. Latar Belakang .....	3
I-2. Rumusan Masalah .....	6
I-3. Tujuan Penelitian.....	8
I-4. Kegunaan Penelitian.....	8
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS.....	10
II-1. Terbentuknya Kepulauan Nusantara dalam Teori Tektonik Lempeng.....	10
II-2. Tektonisme Sulawesi Tenggara .....	15
II-3. Arti Penting Studi Geodinamika dan Deformasi untuk Kadaster.....	16
II-4. Dualisme Kerangka Referensi Kadastral .....	21
II-5. Transformasi Koordinat: Metode Helmert vs Metode Afine.....	24
II.6. Pertanyaan penelitian .....	25
II.7. Hipotesis.....	25
BAB III. METODE PENELITIAN .....	26
III-1. Lokasi Penelitian .....	26
III-2. Data penelitian.....	28
III-3. Piranti Pengamatan dan Pengolahan Data GNSS.....	28
III-5. Teknik Analisis.....	29
BAB IV. DEFORMASI TITIK DASAR TEKNIK .....	31
IV-1. Data Koordinat TDT Hasil Pengamatan GNSS dan Buku Tugu .....	31
IV-2. Perbedaan Posisi (Pergeseran Lateral) TDT .....	33
IV-3. Pola Deformasi TDT dan Parameter Transformasjji yang Cocok .....	35
BAB V. DAMPAK DEFORMASI TITIK DASAR TEKNIK .....	38
V.1. Kegiatan Pelayanan Pertanahan di Konawe Utara.....	38
V.2. Dampak Deformasi terhadap Kualitas Data Spasial di Kementerian ATR/BPN	39
BAB VI. P E N U T U P .....	41
VI.1. Kesimpulan .....	41
VI.2. Saran .....	41

## **BAB I. PENDAHULUAN**

### **I-1. Latar Belakang**

Secara geologis, wilayah Kepulauan Indonesia terletak pada pertemuan 3 lempeng tektonik besar dunia, yaitu lempeng Eurasia, Hindi-Australi dan lempeng Pasifik. Keberadaan fisik Kepulauan Nusantara yang terbentuk seperti saat ini juga sebagai akibat aktivitas lempeng-lempeng tersebut (Kamaluddin, 2005). Hingga kini, aktivitas lempeng yang berada jauh di bawah permukaan bumi kadangkala dapat kita rasakan melalui getaran gelombang gempa. Dalam satu dekade terakhir, bertubi-tubi wilayah Nusantara diguncang gempa, beberapa kali di antaranya telah menimbulkan bencana kerusakan fisik hasil budidaya manusia, dan bahkan kematian.

Ada satu hal yang akhir-akhir ini menjadi perhatian para pegiat kadaster adalah di samping menimbulkan kerusakan dan kematian, tumbukan lempeng-lempeng tektonik ternyata juga telah merubah posisi segala objek yang ada di permukaan bumi. Jika permukaan bumi mengalami dislokasi, tentunya jaring kerangka dasar kadastral dan batas bidang-bidang tanah yang ada juga berubah posisinya secara absolut, bahkan beberapa ada juga yang berubah posisi secara relatif. Kondisi dinamis ini perlu mendapat perhatian yang serius dari para pegiat kadaster karena berpotensi terciptanya kerancuan dalam pemetaan, dengan memberi perhatian kepada studi geodinamika dari waktu ke waktu, dan melakukan studi deformasi satu kurun waktu ke kurun waktu berikutnya.

Arah kebijakan yang ditempuh oleh Kementerian Agraria dan Tata Ruang / Badan Pertanahan Nasional Republik Indonesia (ATR/BPN) ke depan adalah mengembangkan Kadaster Dinamik, yaitu kadaster yang memperhitungkan gejala geodinamika. Hal ini sejalan dengan visi 'Kadaster 2034' juga mengamanatkan bahwa kadaster ke depan akan bersifat dinamik. Seiring dengan kemajuan teknologi penentuan posisi dengan satelit, Kementerian ATR/BPN telah memasang *base station – base station GNSS CORS (Global Navigation Satellite System – Continues Operating Reference System)* di beberapa Kantor

Pertanahan sejak tahun 2009, dan membentuk Jaringan Referensi Satelit Pertanahan (JRSP) dengan stasiun masternya berada di Kantor Kementerian ATR/BPN Jakarta. Penyelenggaraan survei kadaster dengan piranti CORS tersebut bisa dipandang sebagai infrastruktur pula dalam mendukung terselenggaranya kadaster dinamik di lingkungan Kementerian ATR/BPN. Dalam menentukan kerangka koordinat referensi CORS mulanya 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 baik Orde 0 maupun Orde 1 telah berada pada SRGI2013, dan berganti nama menjadi Jaring Kerangka Horizontal Nasional (JKHN).

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 terhadap 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, termasuk dalam menyikapi gejala geodinamika.

Seiring dengan gejala geodinamika yang terjadi, deformasi kerak bumi Kepulauan Nusantara selalu terjadi dari waktu ke waktu, yang kadangkala diselingi kegempaan. Besarnya deformasi tersebut sangat beragam dari satu bagian wilayah ke bagian wilayah yang lain (Sunantyo dan Fahrurrazi, 2011). Titik Dasar Teknik (TDT) orde 2 dan 3 yang dibangun BPN dengan menggunakan penentuan posisi satelit semenjak tahun 1995 telah

diikatkan pada Orde 0 dan Orde 1 yang dibangun BIG, sehingga telah satu sistem berdasarkan *epoch reference 1993.0*. Dalam rentang waktu 20 tahun, secara umum titik-titik 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 variatif dan melebihi toleransi pengukuran yang ditetapkan BPN.

Dari peta geologi yang menerangkan arah pergerakan kulit bumi Indonesia, terlihat bahwa Pulau Sulawesi dan Maluku Utara (Malut) mempunyai keunikan untuk diteliti secara bersama-sama, sehingga bersamaan dengan riset ini, di Sulawesi Tengah dan Malut juga akan dilakukan penelitian sejenis. Pulau Sulawesi yang merupakan zona pertemuan empat lempeng besar telah melahirkan banyak sesar-sesar aktif di daratan dan mempunyai pola pergerakan yang kompleks, dalam arti arah dan besarnya pergerakan kulit bumi menunjukkan variasi. Demikian juga wilayah Malut yang merupakan zona pertemuan tiga lempeng besar, telah melahirkan sesar-sesar di laut dalam. Di zona Sulawesi dan Malut arah pergerakan kulit bumi seperti bentuk lingkaran berlawanan arah jarum jam yang memutar mulai dari area Halmahera (termasuk Ternate), lengan utara Sulawesi, lengan timurnya, hingga perairan Laut Maluku. Sementara itu di lengan tenggara Sulawesi terjadi terobosan pergerakan ke arah barat laut.

Pulau Sulawesi dan pulau-pulau sekitarnya merupakan tumbukan aktif empat lempeng besar, yaitu lempeng Eurasia, Indi-Australi, Pasifik, dan lempeng Filipina. Akibatnya, pulau Sulawesi secara geologis sangat kompleks. Kompleksitas itu tercermin mulai dari morfologi, struktur geologis, ragam jenis batuan penyusun, sampai dengan stratigrafisnya. Tidak berbeda dengan daerah Sulawesi yang lain, di lengan tenggara Sulawesi terdapat beberapa sesar akibat tumbukan dan penunjaman lempeng-lempeng di atas, yaitu sesar Lasolo, Lawanopo, dan sesar Kolaka. Menurut para ahli geologi, sesar yang selalu aktif adalah sesar Lawanopo. Sesar Lawanopo melintang dari utara Kota Kendari dengan arah tenggara – barat laut hingga Teluk Bone, antara lain melalui wilayah Kabupaten Konawe Utara, Kolaka Timur, dan Kolaka Utara.

Atas pertimbangan itu, penelitian ini mencoba melihat seberapa besar aktivitas pergeseran tanah di Kabupaten Konawe Utara dengan melakukan pengukuran secara

geodetik presisi menggunakan piranti receiver GNSS secara statik-relatif terhadap infrastruktur JKHN yang bereferensi pada datum SRGI2013. Melalui teknik *post-processing* data pengamatan, akan meningkatkan akurasi dan kepresisian data koordinat yang dihasilkan. Selanjutnya dengan pendekatan kuantitatif melalui uji statistik akan didapat kesimpulan yang sah terhadap deformasi yang terjadi. Pendekatan kualitatif juga dilakukan untuk melihat dampak deformasi pada pekerjaan survei dan pemetaan kadastral.

## **I-2. Rumusan Masalah**

Secara umum, faktor geodinamika telah mengakibatkan posisi titik-titik dasar teknik sebagai jaring kerangka dasar kadastral nasional terdeformasi. Dalam kurun waktu duapuluh tahun, atau dari tahun 1993 hingga 2013, di wilayah Indonesia secara umum deformasi atau perubahan posisi tersebut kemungkinan bisa dibilang cukup berarti. Dikatakan cukup berarti artinya perlu diperhitungkan dan ditindaklanjuti dalam pekerjaan survei-pemetaan kadastral. Sebagaimana contoh pada hasil pengukuran kadastral menggunakan CORS dengan pengamatan secara statik dan *post processing* di Desa Nogotirto Kabupaten Sleman yang dilakukan oleh Mukaromah (2014), ternyata menghasilkan koordinat batas bidang tanah yang berbeda dengan koordinat hasil pengikatan terhadap TDT.

Demikian pula pengukuran TDT menggunakan CORS dengan teknik *post-processing* yang dilakukan oleh Nugroho dan Roswandi (2014) yang mengambil area studi di Sleman bagian barat (Moyudan), utara (Tempel), dan bagian timur (Kalasan), mendapatkan hasil perbedaan harga koordinat yang sangat berarti jika ditinjau dari aspek kadastral. Perbedaan posisi lateralnya tidak jauh berbeda dengan yang diperoleh Mukaromah di atas, yaitu berkisar 89 - 93 cm, dengan arah pergeserannya sekitar 24 derajat dari titik utara. Dengan toleransi pengukuran posisi batas bidang tanah sebesar 10 cm untuk daerah perkotaan, dan 25 cm untuk daerah perdesaan, maka besaran perbedaan posisi sebesar itu tentu serius untuk diperhatikan. Mahela (2014) yang meneliti akurasi pemetaan bidang-bidang tanah pada sistem DGN95 di perkotaan Kabupaten Bantul dengan membandingkannya terhadap pemetaan kadastral dari survei CORS secara *real*

*time*, didapat harga perbedaan rata-rata posisi lateral sebesar 88 cm dengan arah sekitar 24 derajat dari titik utara.

Selama ini, Kantor Pertanahan Kabupaten Sleman dan Bantul dalam menyikapi perbedaan harga koordinat daripada batas-batas bidang tanah yang bersesuaian hanya dengan cara ‘menggeser’ bidang tanah yang telah dipetakan secara digital agar bersesuaian dengan batas bidang yang sama hasil pemetaan bidang tanah di sampingnya. Cara pemetaan yang demikian itu merupakan ketidaklaziman dan tidak dibenarkan. Prosedur yang benar dalam pemetaan batas-batas bidang tanah yang berbeda posisi akibat referensi pengukurannya menggunakan *epoch reference* yang berbeda, harusnya menggunakan cara transformasi koordinat. Berdasarkan parameter-parameter transformasi yang didapatkan dari perhitungan titik-titik sekutu, koordinat batas bidang tanah dan/atau peta-peta pendaftaran ditransformasikan.

Perbedaan harga koordinat akibat penggantian *epoch reference* tentu akan berdampak pada pekerjaan survei-pemetaan kadastral. Dokumen-dokumen pengukuran dan pemetaan yang lalu seperti Gambar Ukur, Peta Dasar Pendaftaran, Peta Pendaftaran, *Graphical Index Mapping* (GIM), beserta peta-peta dijitalnya akan berbeda dengan sistem pemetaan yang baru, atau dapat dikatakan telah terjadi dualisme sistem koordinat / posisi dalam pemetaan sehari-hari. Untuk itu perlu dilakukan unifikasi.

Kabupaten Kolaka Utara yang dilalui oleh sesar Lawanopo, yang berarti daratan di situ berada pada kepingan batuan dasar yang berbeda, akan menarik untuk dikaji. Ada kemungkinan bahwa arah dan besarnya pergerakan kedua kepingan itu berbeda. Untuk memastikan ada tidaknya perbedaan itu, perlu dilakukan pengukuran geodetik presisi yang dilanjutkan dengan uji statistik dengan analisis varian atas perbedaan yang ada. Melalui teknik transformasi koordinat metode Helmert yang mempunyai sifat sebangun dan metode Affine yang bersifat tidak sebangun, akan diuji pula pola deformasi yang terjadi, dan didapatkan parameter-parameter transformasi yang cocok untuk diaplikasikan mentransformasi. Perbandingan secara statistik nilai residu kedua transformasi bisa digunakan untuk menilai pola pergerakan yang terjadi antara dua keping batuan dasar penyusun wilayah Kolaka Utara.

Secara teoritis, adanya deformasi pada jaring kerangka kadastral akan berdampak pekerjaan survei-pemetaan kadastral. Adanya dualisme kerangka referensi koordinat,

yaitu jaring kerangka dasar kadastral (TDT) Orde 2 beserta orde-orde di bawahnya, dan CORS yang kini telah diunifikasi dalam sistem datum SRGI2013, akan mengakibatkan dualisme pemetaan pula. Atas dasar itu, perlu diteliti pula dampak teknis daripada penerapan dua kerangka referensi koordinat pada survei-pemetaan kadastral. Lebih lanjut, dampak dari deformasi permukaan tanah di sekitar sesar akan potensial membuat data fisik bidang tanah berubah.

### **I-3. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui besar, arah dan pola deformasi titik dasar teknik selama kurun waktu 20 tahun (1993 – 2013), dan membandingkan bagian-bagian daerah yang dilalui dan dipisahkan oleh sesar yang ada di Kabupaten Konawe Utara; dan
2. Mengetahui dampak yang ditimbulkan terhadap survei dan pemetaan kadastral.

### **I-4. Kegunaan Penelitian**

Penelitian tentang deformasi yang dilakukan pada secara khusus mempunyai kegunaan secara praktis pada pengukuran dan pemetaan kadaster di Indonesia khususnya pada pengukuran dan pemetaan untuk pendaftaran tanah yang dikerjakan oleh Kementerian Agraria dan Tata Ruang. Hal tersebut yang membedakan penelitian ini dengan penelitian-penelitian tentang deformasi yang telah dikerjakan sebelumnya.

Kegunaan daripada hasil penelitian ini adalah:

- a. Masukan bagi Kantor-kantor Pertanahan, khususnya Kantor Kabupaten Kolaka Utara perihal dualisme kerangka referensi kadastral yang menghasilkan perbedaan posisi dalam pengukuran dan pemetaan kadastral, sehingga perlu penyatuan referensi pemetaan;
- b. Sumbangan bagi penyusunan Kadaster Dinamik yang hingga kini belum ada tindak lanjutnya, dengan adanya dualisme kerangka referensi koordinat yang dipraktikkan dalam pelayanan kadaster sehari-hari perlu disatukan dengan prosedur yang benar; dan



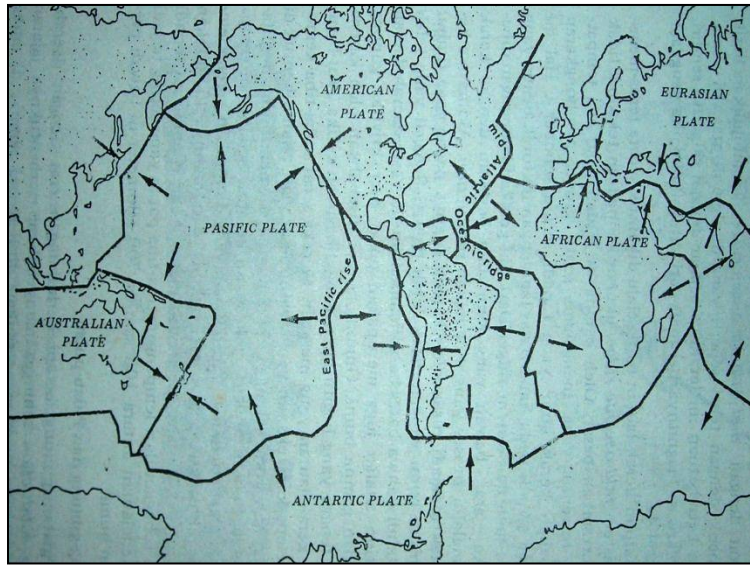
- c. Memberi pengertian kepada para pegiat kadaster perihal deformasi jaring kerangka kadastral berupa titik dasar teknik beserta batas-batas bidang tanah yang selalu bergerak dari waktu ke waktu

## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS

### II-1. Terbentuknya Kepulauan Nusantara dalam 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. Teori ini sejalan dengan firman Tuhan sebagaimana ayat-ayat-Nya (Rasyid, 2004): “Demi bumi yang terbelah” (QS Ath-Thariq: 12); “Dan bumi Kami hamparkan, ...” (QS Adz-Dzariyat: 48); “Bukankah Kami telah menjadikan bumi terbentang, dan gunung-gunung itu sebagai pasaknya” (QS An-Naba’: 6-7); “Dan kamu lihat gunung-gunung itu, kamu kira ia tetap di tempatnya padahal ia berjalan seperti awan berjalan ...” (QS An-Naml: 88).

Di daerah yang saling menjauh di Punggung Tengah Samudera (*mid ocean ridge*), pada batas (retakan) dua lempengan, yang menurut QS Ath-Thariq:12 diistilahkan dengan ‘terbelah’, mengalirkan lava ke atas dan mendorong kedua lempengan bergerak dengan arah yang berlawanan. Proses 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 (Hutabarat dan Evans, 1986).



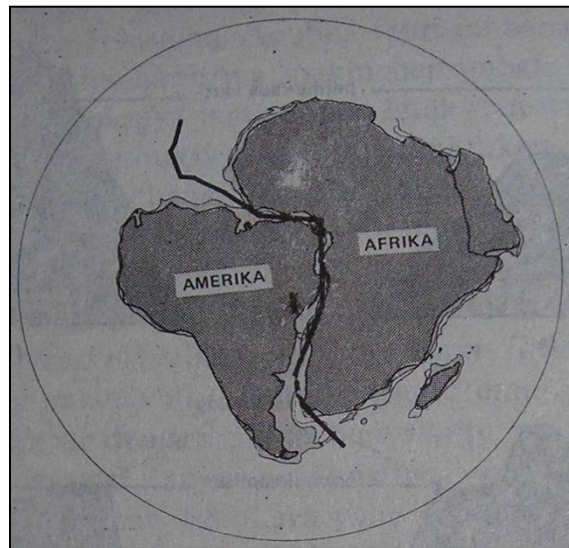
Gb 1. Gerakan kerak bumi yang terbagi dalam 6 lempeng tektonik utama  
(Sumber : Rona, 1973 dalam Hutabarat dan Evans, 1986)

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 diilustrasikan dalam QS Adz-Dzariyat:48 dan An-Naba':6-7 sebagaimana tersebut di atas. Dalam Hutabarat dan Evans (1985) dinarasikan proses pembentukan daratan dan lautan 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.

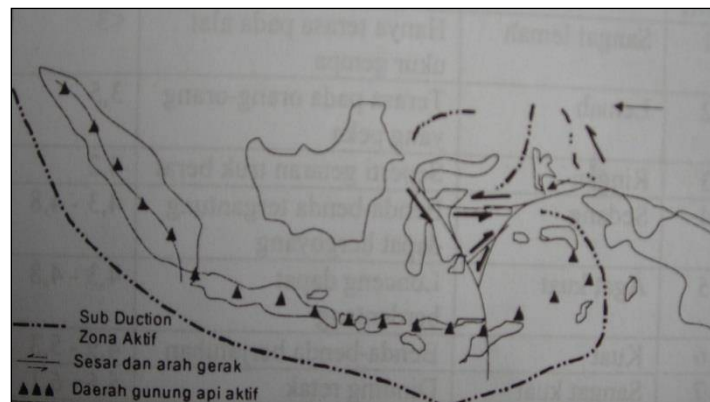


Gb 2. Pemisahan benua Amerika Selatan dan Afrika oleh *mid-Atlantic ridge* (Sumber : McKenzie and Sclater, 1973 dalam Hutabarat dan Evans, 1986)

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 (Hutabarat dan Evans, 1986).

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 (Soeprapto, 2004). 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.



Gb 3. Skema umum tektonik di Indonesia (Sumber: Suharyadi, 2006)

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 dan Barat. Berpisahnya Jawa dan Sumatera terjadi kira-kira 5 juta tahun yang lalu. Ilustrasinya sebagaimana gambar berikut ini.



**Gb 4. Kepulauan Nusantara 50 juta tahun lalu (Sumber: Kamaluddin, 2005)**

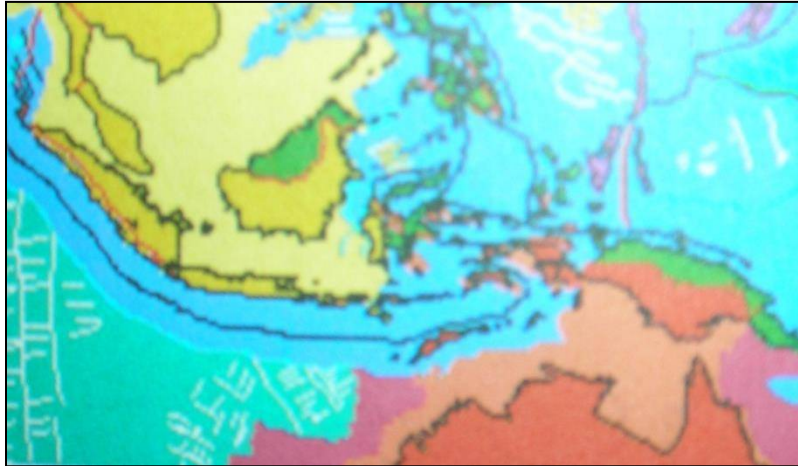
Berikutnya antara 50 juta hingga 25 juta tahun yang lalu mulai terbentuk pulau-pulau di bagian wilayah Indonesia bagian timur akibat aktivitas tektonik 3 lempeng besar dunia sebagaimana uraian di atas diilustrasikan pada gambar berikut ini.





**Gb 5. Kepulauan Nusantara 25 juta tahun lalu (Sumber: Kamaluddin, 2005)**

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 (Sumber: 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.

## **II-2. Tektonisme Sulawesi Tenggara**

Pulau Sulawesi dan pulau-pulau sekitarnya merupakan tumbukan aktif empat lempeng, yaitu lempeng Eurasia, Indi-Australi, Pasifik, dan lempeng Filipina. Akibatnya, pulau Sulawesi secara geologis sangat kompleks. Kompleksitas itu tercermin mulai dari morfologi, struktur geologis, ragam jenis batuan penyusun, sampai dengan stratigrafisnya. Berdasarkan asosiasi lithologi dan perkembangan tektoniknya, Sulawesi dan sekitarnya dapat dibagi menjadi 4 jalur geologi (Surono, 1994), yaitu: (1) lajur vulkanis Sulawesi barat; (2) lajur malihan Sulawesi tengah; (3) lajur ofiolit Sulawesi timur; dan (4) lajur kepingan benua.

Geologi Sulawesi Tenggara (Sultra) tidak dapat dilepaskan dari tatanan geologi Pulau Sulawesi pada umumnya. Khusus Sultra yang merupakan tumbukan antara dua

lempeng yaitu Indi-Australi dan Pasifik, maka batuan penyusun Sultra adalah: (1) kepingan benua; (2) ofiolit kompleks; dan (3) molasa Sulawesi. Pada jaman kenozoikum akhir, susunan litologi tersebut dikoyak oleh sesar mendatar (*strike slip fault*). Akibatnya terbentuk sesar-sesar yang cukup banyak. Sesar yang masih aktif hingga sekarang adalah sesar Kolaka, Lawanopo, Matarombeo, dan sistem sesar Konawe. Tumbukan lempeng juga menghasilkan morfologi daerah Sultra yang berupa pegunungan, perbukitan, dan dataran.

Dinas ESDM Provinsi Sultra (2010) telah melakukan pemetaan daerah rawan bencana geologi akibat pergerakan tanah sebagai berikut:

- 1) daerah rawan bencana alam geologi berupa gerakan tanah dengan potensi kejadian tinggi bisa terjadi di Kabupaten Kolaka Utara, Kolaka, Konawe, Konawe Utara, dan Buton;
- 2) daerah rawan bencana alam geologi berupa gerakan tanah dengan potensi kejadian sedang bisa terjadi di Kabupaten Kolaka Utara, Kolaka, Konawe, Konawe Utara, Buton, Kendari, dan Bombana;
- 3) daerah rawan bencana alam geologi berupa gerakan tanah dengan potensi kejadian rendah meliputi semua daerah di Provinsi Sultra.

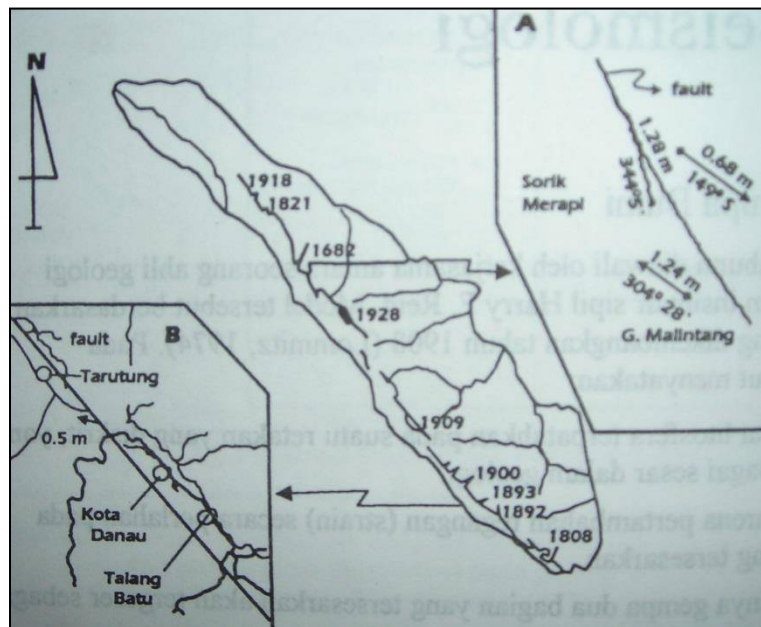
### **II-3. Arti Penting Studi Geodinamika dan Deformasi untuk Kadaster**

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.

Katili dan Hewuwat dalam Santoso (2002) menyatakan bahwa 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.



Gb 7. 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.

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.

Studi geodinamika dan survei 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 (Nugroho, 2013)

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. (Nugroho, 2013).

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 (Abidin, 2000).

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 (Petunjuk Teknis PMNA 3/97).

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 (Andreas, 2011). Dengan adanya *epoch reference – epoch reference* tersebut maka dapat dipergunakan sebagai infrastruktur dalam mewujudkan Kadaster Dinamik (Sumarto, 2014).

## II-4. Dualisme Kerangka Referensi Kadastral

Semenjak tahun 1995 Badan Pertanahan Nasional (BPN) telah membangun jaringan 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 (Abidin, 2000).

Abidin (2014) menyatakan bahwa DGN95 merupakan datum statik, dalam arti datum yang tidak memperhitungkan gejala 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 Pulau Jawa.

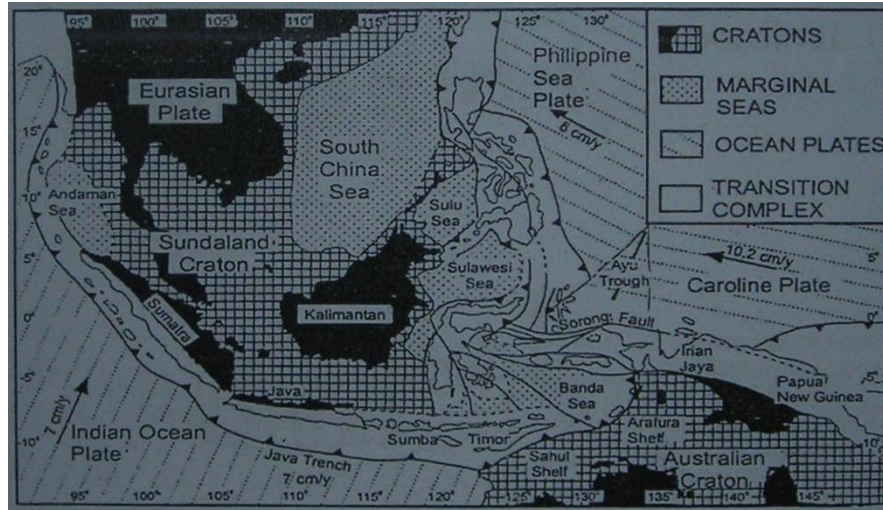
Seiring dengan waktu, ternyata aktivitas tektonik telah menggeser kerak bumi di mana tugu-tugu TDT ditanam. Dalam lingkup wilayah kepulauan Indonesia, arah dan

kecepatan pergerakan tersebut antar daerah sangat bervariasi (Sunantyo dan Fahrurrazi, 2011). 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 (Abidin 2014).

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 menyatusistamkan 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 8 berikut ini,



**Gb-8. 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 JKG. 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.

Menyikapi perbedaan referensi kedua kerangka referensi koordinat yang ada tersebut, dan menindaklanjuti kebijakan *One Map*, maka telah dilakukan unifikasi datum

antara CORS milik BPN dan CORS milik BIG. Datum tunggal yang digunakan adalah SRGI2013. Hanya saja titik-titik TDT Orde 2 dan orde yang lebih rendah yang dibangun BPN belum disatukan dalam sistem SRGI2013.

## II-5. Transformasi Koordinat: Metode Helmert vs Metode Afine

Dalam survei dan pemetaan pada umumnya, jika terjadi dualisme sistem koordinat akan memerlukan langkah transformasi untuk unifikasi, sehingga didapatkan sistem kerangka referensi koordinat yang tunggal. Hal ini merupakan syarat bagi terwujudnya *One Map Policy* (Abidin, 2014), sebagaimana telah dicanangkan oleh Pemerintah pada tahun 2011 yang lalu, dan dijadikan Paket Kebijakan Ekonomi Kedelapan oleh Pemerintah saat ini.

Dalam mentransformasikan koordinat 2 dimensi (x,y) dari sistem lama ke sistem yang baru, dikenal beberapa macam metode transformasi. Secara garis besar, metode-metode itu ada yang bersifat merubah bentuk jaringan dan ada yang bersifat tidak merubah bentuk jaringan. Metode transformasi koordinat 2 dimensi yang paling populer untuk melihat atau menguji perubahan bentuk jaringan pada area tidak lebih dari 36x36 Km<sup>2</sup> adalah metode Helmert (yang mempunyai ciri sebagai metode transformasi yang mempertahankan bentuk) dan metode Affine (yang mempunyai ciri sebagai metode transformasi yang melepas bentuk).

Rumus transformasi metode Helmert adalah:

$$x_2 = ax_1 + by_1 + c$$

$$y_2 = -bx_1 + ay_1 + d$$

keterangan:

$x_2, y_2$  adalah harga absis dan ordinat pada sistem koordinat kedua;

$x_1, y_1$  adalah harga absis dan ordinat pada sistem koordinat pertama;

a, b, c dan d adalah parameter transformasi, dalam hal ini:

$$a = \lambda \cos \Theta$$

$$b = \lambda \sin \Theta$$

$a^2 + b^2 = \lambda$ , dalam hal ini:  $\lambda$  adalah komponen perbesaran; dan

$\Theta$  adalah komponen rotasi;

c dan d adalah komponen translasi.

Rumus transformasi metode Affine adalah:



$$x_2 = a_1x_1 + b_1y_1 + c_1$$

$$y_2 = a_2x_1 + b_2y_1 + c_2$$

keterangan:

$x_2, y_2$  adalah harga absis dan ordinat pada sistem koordinat kedua;

$x_1, y_1$  adalah harga absis dan ordinat pada sistem koordinat pertama;

$a_1, b_1, a_2, b_2, c_1$  dan  $c_2$  adalah parameter transformasi.

Kedua metode transformasi itu dapat digunakan untuk mengkaji apakah terjadi perubahan bentuk (afinitas) pada jaring kerangka pemetaan melalui perbandingan kedua varian posteriori yang dihasilkan dari residu kedua transformasi (Soeta'at, 1994).

## **II.6. Pertanyaan penelitian**

Sesuai dengan rumusan masalah penelitian, dan menyimak berbagai pustaka di atas, pertanyaan yang dikemukakan dalam penelitian ini adalah:

1. apakah terdapat perbedaan deformasi yang nyata di bagian-bagian daerah yang dilalui dan dipisahkan oleh sesar-sesar yang ada di Kabupaten Konawe Utara selama kurun waktu 1993 – 2013, dan bagaimana pola deformasi yang terjadi?
2. apakah dampak yang ditimbulkan terhadap survei dan pemetaan kadastral?

## **II.7. Hipotesis**

Hipotesis yang disusun adalah:

1. terdapat deformasi TDT yang nyata di daerah Kabupaten Konawe Utara dan mempunyai pola deformasi yang berbeda antar daerah yang dipisahkan oleh sesar yang ada; dan
2. kadaster dinamik hingga kini masih berupa wacana yang dikembangkan oleh BPN, sehingga deformasi TDT beserta dampaknya belum diperhatikan pada pekerjaan survei dan pemetaan kadastral.

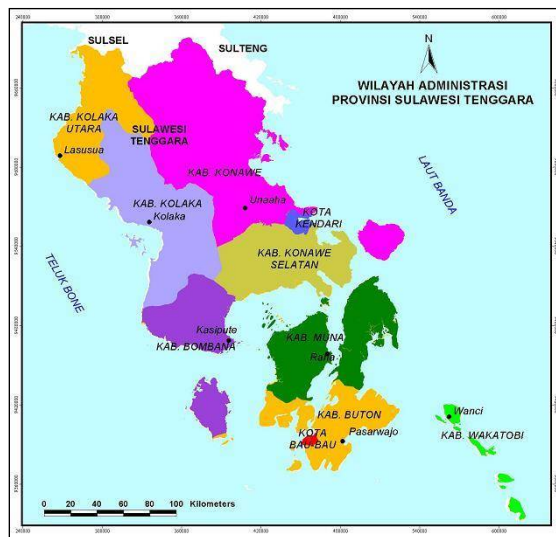
### BAB III. METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan metode deskriptif, yang mencoba mendeskripsikan besar dan pola deformasi titik-titik dasar teknik di Kabupaten Konawe Utara akibat keberadaan dan keaktifan sesar Lawanopo yang ada di daerah itu, beserta dampaknya terhadap survei-pemetaan kadastral. Pendekatan kuantitatif dilakukan untuk mengkaji seberapa besar deformasi yang terjadi, beserta arah pergeserannya. Melalui teknik uji perbandingan secara statistik menggunakan sidik analisis varian akan didapatkan ada tidaknya perbedaan pergeseran antar area yang dipisahkan sesar. Pendekatan secara kuantitatif melalui uji statistik juga dilakukan untuk mengkaji pola deformasi yang terjadi, yaitu dengan memperbandingkan varian posteriori daripada metode Helmert dan Afine.

Untuk mendeskripsikan dampak deformasi terhadap survei dan pemetaan kadastral dilakukan pendekatan kualitatif. Data hasil wawancara dengan pihak yang berkompeten dideskripsikan secara naratif.

#### III-1. Lokasi Penelitian

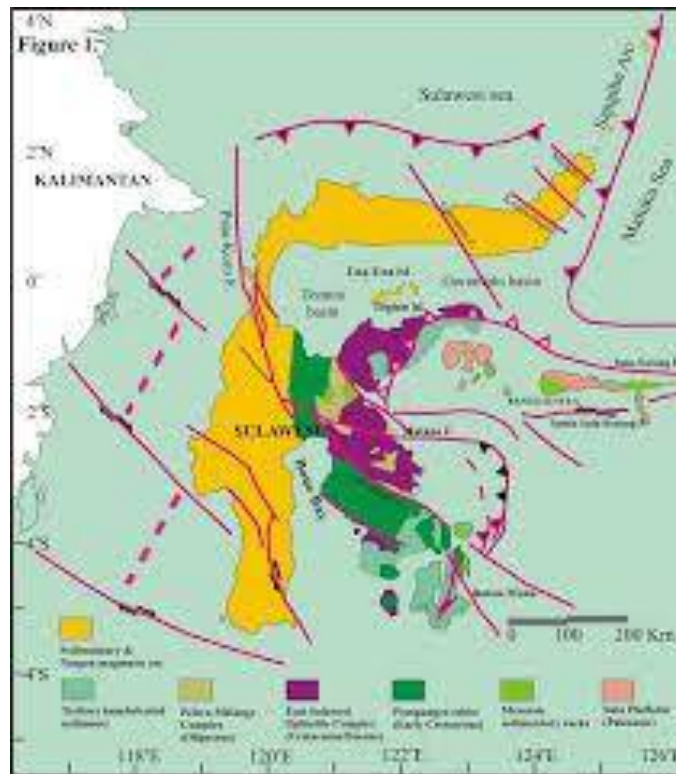
Penelitian mengambil lokasi di Kabupaten Konawe Utara Provinsi Sulawesi Tenggara, sebagaimana gambar berikut.



Gb 9. Letak Kabupaten Kolaka Utara di Provinsi Sultra

Berdasarkan litotektoniknya, Konawe bagian utara merupakan bagian dari Mandala Timur (*East Sulawesi Ophiolit Belt*), berupa batuan ofiolit yang merupakan bagian segmen samudera berimbrikasi dan batuan sedimen berumur trias-miosen. Berdasarkan data geokimia, sabuk ofiolit Sulawesi Timur ini berasal dari *mid-ocean ridge* (Surono, 1995). Sabuk ofiolit hanya terbatas pada bagian utara dari lengan tenggara Sulawesi.

Sementara itu terain kontinen Sulawesi Tenggara (*the South East Continental Terrain = SSCT*) menempati area yang luas, berbatasan dengan sesar Lawanopo di sebelah timur laut dan sesar Kolaka di sebelah barat daya. Terain ini dipisahkan oleh terain Buton dengan sesar mendatar, di mana pada ujung timur terdapat ofiolit yang lebih tua. SSCT memiliki batuan metamorf tingkat rendah yang bercampur sedikit dengan aplitik, karbonat klastik yang berumur mesozoikum dan *limestone* yang berumur paleogen. Dengan demikian sesar Lawanopo yang aktif itu membagi terain metamorf dan terain ofiolit, dua batuan utama di lengan tenggara Sulawesi, sebagaimana dilustrasikan pada gambar berikut ini.



Gb 10. Batuan ofiolit dan metamorf yang terpisahkan sesar Lawanopo di lengan tenggara Sulawesi

### **III-2. Data penelitian**

Penelitian menggunakan data primer dan sekunder, sebagai berikut:

- 1) Untuk mengkaji masalah besar dan arah deformasi beserta polanya, digunakan: (1) data primer berupa harga koordinat titik dasar teknik orde 2 dan atau orde3 pada sistem datum SRGI2013 hasil pengamatan secara *static-relative post processing* di sekitar sesar Lawanopo, yang diikatkan pada titik dasar teknik orde 1; dan (2) data sekunder yaitu harga koordinat titik-titik dasar teknik sekitar sesar Lawanopo yang diperoleh dari Buku Tugu. Harga koordinat ini bereferensi pada DGN95 atau menggunakan *epoch reference* 1993.0.

Di samping data tersebut, penelitian ini memperhatikan informasi terkait kondisi geologis dan geomorfologis daerah studi untuk menerangkan deformasi yang terjadi, yaitu ke Dinas Energi dan Sumberdaya Mineral Provinsi Sultra.

- 2) Untuk mengkaji dampak deformasi terhadap survei-pemetaan kadastral, digunakan data primer yang diperoleh dari hasil wawancara dengan pegiat survei dan pemetaan kadastral di Kantah Konawe Utara.

### **III-3. Piranti Pengamatan dan Pengolahan Data GNSS**

Piranti pengamatan satelit yang digunakan dalam penelitian ini adalah 4 (empat) set receiver GNSS merk Trimble, yaitu: 2 (dua) set Trimble tipe e4; dan 2 (dua) set Trimble tipe e9. Dalam pengamatan, semua receiver itu berlaku sebagai rover individu statik yang mengamati selama 1 jam setiap sesinya.

Piranti lunak untuk mengolah baseline antar TDT berdasarkan pengamatan sesi, dan mengolah jaringan TDT yang diikatkan pada stasiun CORS, digunakan piranti TBS. TBS adalah piranti lunak yang dikeluarkan oleh Trimble.

### **III-4. Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data**

Pengumpulan data penelitian dilakukan dengan teknik observasi, studi dokumen, dan wawancara.

- 1) Melalui peta geologi, Buku Tugu, dan observasi lapangan, diidentifikasi letak sesar Lawanopo dan titik-titik TDT Orde 2/3 yang terletak berseberangan oleh keberadaan sesar tersebut. Untuk memperoleh harga koordinat titik-titik TDT orde 2/3 dilakukan pengamatan GNSS secara statik-relatif dengan rentang waktu pengamatan selama 1 jam. Titik-titik dasar teknik yang diamat tersebut terletak di sekitar atau di sisi kanan-kiri daripada sesar Lawanopo, masing-masing sebanyak 4 buah. Dalam pengamatan secara statik relatif, pengikatan dilakukan terhadap stasiun CORS milik BIG (Inacors) yang terletak di Kantor Telkom Kota Kendari, yaitu Inacors nomor CKEN, Inacors yang digunakan sebagai titik ikat itu bereferensi pada SRGI2013, sehingga koordinat TDT orde 2 dan/atau orde 3 yang dihasilkan setelah pengolahan data akan berada pada sistem datum SRGI2013.
- 2) Data koordinat TDT orde 2 dan/atau orde 3 pada sistem datum DGN95 diperoleh dari Buku Tugu yang diarsip di Kanwil BPN Provinsi Sultra. Dengan menggunakan data koordinat titik sekutu pada kedua sistem datum itu, maka deformasi titik dasar teknik yang dikaji mengambil rentang waktu 1993 hingga 2013, atau selama kurun waktu 20 tahun.
- 3) Pengumpulan data yang menerangkan dampak deformasi titik dasar teknik terhadap survei dan pemetaan kadastral dilakukan dengan teknik wawancara dengan petugas ukur dan pemetaan Kantah Kabupaten Konawe Utara. Lebih lanjut untuk memperoleh gambaran yang lebih riil akibat aktivitas tektonik terhadap bidang-bidang tanah, dilakukan wawancara pula dengan pemilik bidang tanah yang dilalui oleh sesar.

### **III-5. Teknik Analisis**

Untuk mencapai tujuan penelitian seperti yang dikemukakan di atas, maka teknik analisis terhadap data dilakukan sebagai berikut:

- 1) Untuk menjawab pertanyaan penelitian yang pertama, analisis deformasi titik dasar teknik didasarkan atas perbedaan koordinat pada *epoch reference* 1993.0 yang tercantum di Buku Tugu dan koordinat pada *epoch reference* 2013.0 hasil pengamatan GNSS. Perbedaan koordinat antara keduanya menyatakan besar dan arah pergeseran. Jika pergeserannya lebih daripada 10 centimeter maka dinyatakan berarti. Angka 10

centimeter itu merupakan toleransi untuk pengukuran batas-batas bidang tanah. Selanjutnya, untuk memastikan apakah terdapat perbedaan koordinat antar kelompok titik dasar teknik yang terpisahkan oleh sesar digunakan uji statistik melalui analisis varian (anava). Untuk menjawab pola deformasi yang terjadi, dianalisis menggunakan teknik uji perbandingan varian posteriori daripada transformasi metode Helmert yang mempunyai sifat sebangun, dan varian posteriori daripada transformasi metode Affine yang mempunyai sifat tidak sebangun. Rumus nilai varian posteriori adalah:

$$\sigma_0^2 = V^T V / (n-u)$$

keterangan:

$\sigma_0^2$	adalah varian posteriori;
V	adalah matrik residu dari hitung perataan kuadrat terkecil;
n	adalah jumlah persamaan transformasi yang dibentuk; dan
u	adalah jumlah minimum persamaan transformasi.

Hasil daripada perbandingan kedua varian posteriori tersebut selanjutnya dirujukkan dengan tabel uji statistik distribusi Fischer dengan tingkat keberartian 5%. Dari analisis tersebut dapat ditentukan pola deformasi yang terjadi.

- 2) Untuk menjawab pertanyaan penelitian yang kedua, yaitu menerangkan dampak deformasi titik dasar teknik terhadap pekerjaan survei dan pemetaan kadastral, didasarkan pada hasil wawancara dengan para petugas ukur dan para pemilik bidang tanah yang dilalui oleh sesar.

## BAB IV. DEFORMASI TITIK DASAR TEKNIK

### IV-1. Data Koordinat TDT Hasil Pengamatan GNSS dan Buku Tugu

Pengamatan GNSS dilakukan di beberapa TDT Orde 2 dan 3 di sepanjang sisi kanan-kiri daripada Sungai Lasolo, sungai di mana Sesar Lawanopo berada. Dengan rentang waktu selama 1 (satu) jam, 4 sesi pengamatan dilakukan terhadap TDT-TDT sekutu tersebut, sehingga terbentuk jaring pengamatan seperti gambar di bawah ini.



Gb IV-1. Jaring pengamatan TDT sekutu

Dalam pengolahan data digunakan titik stasiun Inacors Kendari. Pada tabel berikut ini disajikan harga koordinat 7 (tujuh) TDT sekutu hasil pengolahan data menggunakan piranti lunak TBS:

**Tabel IV-1. Koordinat TDT sekutu hasil pengolahan data pengamatan GNSS (pada sistem SRGI 2013)**

Nomor TDT	Koordinat hasil pengamatan GNSS		Letak	Keterangan
	x	y		
<a href="#">2111005</a>	265723.954	1115402.561	Di depan SMPN Asera	TDT orde 3
<a href="#">2111010</a>	263929.426	1116855.516	Di pertigaan jalan desa Lalimbue	TDT orde 3
<a href="#">2111002</a>	267167.944	1112041.858	PLN Mangkudu	TDT orde 3
<a href="#">2111015</a>	270927.211	1111340.537	Camat Asera	TDT orde 3
<a href="#">21162</a>	264250.852	1114587.005	Tanah Penduduk Sebelah utara jalan poros kendari-lamonai	TDT orde 2
<a href="#">21165</a>	262944.5	1129045.231	Halaman SDN Linomoyo 50 meter pertigaan jalan poros Kendari-lamonae	TDT orde 2
<a href="#">21166</a>	271204.804	1130553.406	Depan SDN Paka Indah Sebelah Barat Kantor Desa Paka Indah	TDT orde 2

Koordinat pada hasil pengamatan GNSS merupakan koordinat yang merupakan pengikatan dari titik CKEN yang merupakan titik kontrol pengukuran berbasis CORS yang dimiliki oleh Badan Informasi Geospasial (BIG). Titik CKEN tersebut merupakan titik yang diamati dengan menggunakan GPS secara terus menerus selama 24 jam dengan menggunakan sistem SRGI.



Dari informasi dokumen Buku Tugu, koordinat ketujuh TDT sekutu di atas adalah sebagai berikut:

**Tabel IV-2. Koordinat TDT sekutu dari Buku Tugu (pada sistem DGN95)**

Nomor TDT	Koordinat TDT		Keterangan letak
	X	Y	
<a href="#">2111005</a>	265725.11	1115402.017	Di depan SMPN Asera
<a href="#">2111010</a>	263930.677	1116851.158	Di pertigaan jalan desa Lalimbue
<a href="#">2111002</a>	267167.059	1112039.483	PLN Mangkudu
<a href="#">2111015</a>	270926.072	1111343.685	Camat Asera
<a href="#">21162</a>	264250.41	1114586.16	Tanah Penduduk Sebelah utara jalan poros kendari-lamonai
<a href="#">21165</a>	262943.98	1129044.38	Halaman SDN Linomoyo 50 meter pertigaan jalan poros Kendari-lamonae
<a href="#">21166</a>	271204.31	1130552.55	Depan SDN Paka Indah Sebelah Barat Kantor Desa Paka Indah

Koordinat TDT beserta lokasinya yang ditunjukkan sesuai dengan tabel IV.2 diatas merupakan koordinat yang diperoleh dari Buku Tugu yang merupakan dokumen dari Kementerian Agraria dan Tata Ruang/ BPN dan masih menggunakan sistem referensi DGN 95.

#### IV-2. Perbedaan Posisi (Pergeseran Lateral) TDT

Besar dan arah pergeseran lateral TDT selama kurun waktu 20 tahun dinyatakan berdasarkan perbedaan koordinat TDT pada sistem DGN95 dan SRGI2013, sebagaimana tabel berikut ini.

**Tabel IV-3. Besar pergeseran lateral dan arahnya**

Nama TDT	Koordinat pada DGN 95		Koordinat pada SRGI2013		Besar Pergeseran	Arah Azimuth
	x	y	X	y		
<a href="#">2111005</a>	265725.11	1115402.017	265723.954	1115402.561	1.278	Barat Laut 294° 47' 56"
<a href="#">2111010</a>	263930.677	1116851.158	263929.426	1116855.516	4.534	Barat Laut 342° 0' 60"
<a href="#">2111002</a>	267167.059	1112039.483	267167.944	1112041.858	2.535	Timur Laut 20° 26' 13"
<a href="#">2111015</a>	270926.072	1111343.685	270927.211	1111340.537	3.348	Barat Laut 339° 53' 28"
<a href="#">21162</a>	264250.41	1114586.16	264250.852	1114587.005	0.954	Timur Laut 27° 36' 47"
<a href="#">21165</a>	262943.98	1129044.38	262944.5	1129045.231	0.997	Timur Laut

						31° 25' 37"
<a href="#">21166</a>	271204.31	1130552.55	271204.804	1130553.406	0.988	Timur Laut 29° 59' 22"

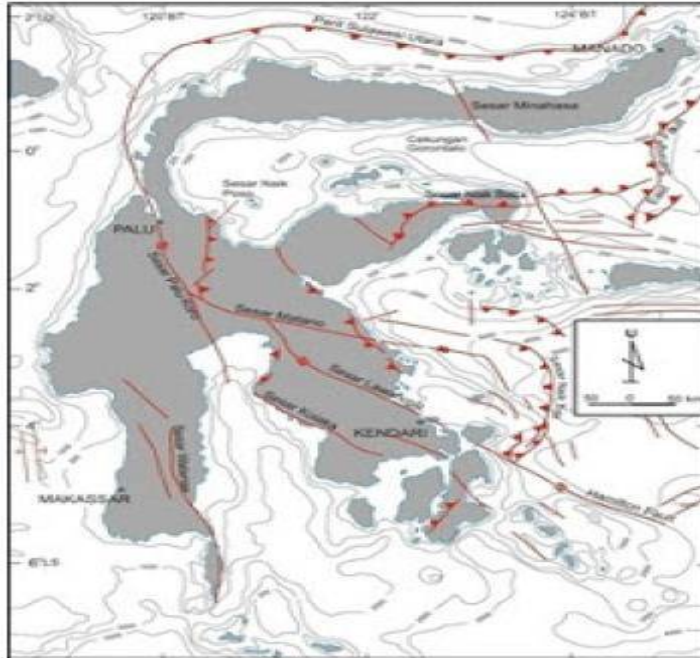
Dari tabel IV-3 di atas, dapat dilihat bahwa besarnya pegeseran TDT sekutu bervariasi, yang terbesar adalah TDT nomor [2111010](#) sebesar 4.534 meter, dan yang terkecil adalah TDT nomor 21162 sebesar 0.954 meter. Rata-rata besarnya pergeseran adalah 2.090 meter. Jika merujuk pada PMNA/KPBN 3/97, besarnya pergeseran lateral semua TDT yang melebihi 10 cm dinyatakan sangat berarti untuk daerah perkotaan atau area permukiman, Demikian juga besar pergeseran yang melampaui 25 cm akan sangat berarti untuk daerah pertanian/perkebunan.



**Gb IV-2. Arah Pergeseran TDT**

Sistem Sesar Lawanopo termasuk sesar-sesar berarah utama barat laut tenggara, arah sesar tersebut secara umum sudah sesuai dengan Hamilton (1979) yang menunjukkan keberagaman azimuth rata-rata di sesar tersebut yaitu  $30^\circ / 44^\circ$ ,  $356.3^\circ / 49^\circ$  dan  $208.7^\circ / 21^\circ$ .

Secara umum, arah pergeseran ini sesuai dengan arah pergerakan yang ditunjukkan oleh peta geologi, sebagaimana gambar berikut ini.



**Gb IV-2. Peta geologi yang menyatakan arah pergerakan batuan dasar yang dipisahkan sesar Lawanopo**

Dapat dilihat pada peta geologi di atas, pergerakan batuan ofiolit di sisi utara Sesar Lawanopo dan batuan metamorf di sisi selatan Sesar mempunyai arah yang sama, yaitu arah barat laut. Dengan demikian, arah pergerakan selama jutaan tahun tersebut hingga kini belum berubah secara berarti, yaitu masih menunjukkan arah pergerakan ke barat laut.

### **IV-3. Pola Deformasi TDT dan Parameter Transformasi yang Cocok**

Metode Helmert dikenal sebagai transformasi sebangun (mempertahankan bentuk, sedang ukuran dilepas) dan dibutuhkan minimal 2 titik sekutu. Tahapan hitungan transformasi metode Helmert ini dapat di lihat pada lampiran 1. Berdasarkan hasil

hitungan menggunakan metode Helmert dapat di lihat parameter transformasinya pada tabel IV.4 berikut ini :

**Tabel IV.4 Parameter Transformasi Metode Helmert**

Parameter	Nilai
P	1.000052056
Q	-6.0625E-05
A	-81.53625915
B	-41.11009979

Sumber: Hasil Pengolahan Data Primer Tahun 2016.

Metode Affine dikenal dengan transformasi tidak sebangun dalam arti ukuran dan bentuk dilepas dan jumlah minimal titik sekutu adalah 3 buah. Metode Affine cakupan wilayahnya kurang dari 36 x 36 km<sup>2</sup>. Berdasarkan hasil hitungan menggunakan metode Affine dapat di lihat parameter transformasinya pada tabel IV.5 berikut ini:

**Tabel IV.5 Parameter Transformasi Metode Affine**

Parameter	Nilai
A	1.000136222
B	4.29691E-06
C	-0.000379581
D	1.000035733
C1	-40.96883965
C2	62.17907715

Sumber: Hasil Pengolahan Data Primer Tahun 2016

Hitungan transformasi koordinat metode Helmert, metode Affine dan metode tersebut menghasilkan *varian posteriori* sebagaimana di tunjukkan pada tabel IV.6 sebagai berikut :

**Tabel IV.6 *Varian Posteriori* Transformasi Koordinat Metode Helmert dan Affine**

No	Metode Transformasi	Data Lebih <r>	Varian Posteriori < $\sigma^2$ >
1	Helmert	10	833.9201966
2	Affine	8	693.3354751

Sumber: Hasil Pengolahan Data Primer Tahun 2016

Berdasarkan tabel tersebut dapat di ketahui bahwa *varian posteriori* transformasi koordinat metode Affine lebih kecil di bandingkan transformasi koordinat metode Helmert, hal ini menunjukkan bahwa hitungan transformasi koordinat metode Affine lebih teliti di bandingkan transformasi koordinat metode Helmert

Dengan kata lain, metode transformasi yang cocok digunakan untuk mentransformasikan koordinat TDT dari sistem DGN95 ke sistem SRGI2013, atau sebaliknya, adalah metode Affine.

## **BAB V. DAMPAK DEFORMASI TITIK DASAR TEKNIK**

### **V.1. Kegiatan Pelayanan Pertanahan di Konawe Utara**

Kabupaten Konawe utara merupakan kabupaten yang relatif baru sehingga tingkat pelayanan pendaftaran tanah di kabupaten tersebut relatif sedikit. Terdapat beberapa proyek pendaftaran tanah pertama kali yang meliputi, prona, sertipikasi UKM, sertipikasi nelayan, sertipikasi pertanian. Tercatat pada tahun 2015 terdapat 2800 bidang tanah yang telah disertipikatkan melalui proyek-proyek tersebut. Sedangkan untuk permohonan pelayanan pendafrtan tanah di Kantor Pertanahan Konawe Utara berjumlah rata-rata 20 pelayanan setiap bulannya. Melihat dari data tersebut volume pelayanan pertanahan di Kantor Pertanahan Konawe Utara masih relatif sedikit.

Volume pelayanan pertanahan yang masih sedikit tersebut disebabkan oleh wilayah Konawe Utara yang merupakan daerah pemekaran sehingga pembangunan belum merata di beberapa wilayah. Lokasi yang sedang dilakukan pembangunan secara pesat terdapat di Ibukota Kabupaten Konawe Utara yaitu Asera. Di Kecamatan tersebut sedang dilakukan banyak pembangunan infrastruktur terutama jalan. Ketika pengukuran dalam rangka penelitian ini dilangsungkan banyak dijumpai pembangunan infrastruktur yang mengakibatkan hilangnya sejumlah besar Titik Dasar Teknik (TDT) baik orde 2 maupun orde 1 di Konawe Utara. Kekurangpahaman masyarakat atas fungsi TDT serta minimnya pendataan dan perawatan TDT oleh Kantor Pertanahan dan Kanwil Kementerian ATR/BPN mengakibatkan hal tersebut terjadi. Disamping itu TDT masih belum menjadi infrastruktur utama yang digunakan dalam melakukan pengukuran di kantor pertanahan sehingga kurang mendapat perhatian.

Lokasi kabupaten Konawe utara yang terdapat di daerah patahan mengakibatkan dinamika permukaan bumi yang cepat dan berpengaruh terhadap posisi TDT sebagaimana telah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya. Kegiatan Pengukuran dan Pemetaan yang terdapat di kabupaten Konawe utara merupakan kegiatan yang berdampak

langsung terhadap adanya deformasi titik dasar teknis serta perubahan sistem referensi yang digunakan dalam kegiatan pengukuran. Di beberapa kegiatan pengukuran untuk legalisasi aset pada Kementerian Agraria dan Tata ruang dampak/pengaruh pergeseran TDT tersebut kurang menjadi perhatian, hal tersebut dikarenakan kurangnya pemahaman pelaksana tugas di lapangan atas konsep-konsep penentuan posisi dan geodinamika. Pelaksana tugas di lapangan masih menganggap bahwa posisi suatu titik selalu tetap dan walaupun ada pergeseran dampaknya kurang signifikan. Petugas Ukur tidak terlalu memperhatikan fenomena tersebut dikarenakan secara fisik TDT di lapangan memang tidak berubah.

Merujuk dari data-data yang diperoleh selama penelitian terlihat pergeseran TDT dan perubahan sistem referensi merupakan sesuatu yang patut diperhatikan dalam pelaksanaan pengukuran dan pemetaan kadastral di kementerian Agraria dan Tata Ruang/ BPN. Seiring dengan perkembangan suatu daerah dimana nilai ekonomi tanah semakin meningkat, pergeseran posisi TDT yang berakibat terhadap pergeseran posisi bidang-bidang tanah yang terikat pada TDT tersebut maka parameter pergeseran menjadi parameter penting yang perlu diperhatikan.

## **V.2. Dampak Deformasi terhadap Kualitas Data Spasial di Kementerian ATR/BPN**

Pengukuran Kadastral merupakan pengukuran teliti yang memerlukan standar teknis yang menjamin akurasi dan presisi data-data spasial yang dihasilkan. Selama ini pekerjaan teknis pengukuran kadastral di Kementerian Agrarian dan Tata Ruang/ BPN mengacu kepada Peraturan Pemerintah no 24 tahun 1997 dan PMNA no 3 tahun 1997. Namun demikian pekerjaan-pekerjaan Survey Pengukuran dan Pemetaan di Indonesia juga harus tunduk kepada Badan Informai Geospasial (BIG) yang bertugas mengkoordinasi pelaksanaan Survey Pengukuran dan Pemetaan di Indonesia. Salah satu infrastruktur pengukuran kadastral yang dipunyai oleh Kementerian Agraria dan Tata Ruang adalah TDT yang merupakan titik yang mempunyai koordinat dari suatu pengukuran dan perhitungan dalam suatu sistem tertentu yang berfungsi sebagai titik ikat untuk keperluan pengukuran dan rekonstruksi bidan tanah. Terkait pengadaan TDT yang

merupakan bagian dari Jaring Kontrol Horizontal Nasional (JKHN) sebelum diberlakukannya Undang-Undang Informasi Geospasial terdapat pembagian tugas dimana BIG mempunyai tanggung jawab dalam pengadaan JKHN orde 1 dan 2 sementara BPN mempunyai tanggungjawab dalam pengadaan JHKN orde 3 dan 4. Namun dengan adanya Undang-Undang Informasi Geospasial, BIG mengambil peran penuh dalam menyediakan infrastruktur dasar spasial termasuk mengadakan Titik-titik kontrol pemetaan.

Undang-undang Informasi Geospasial juga mengamanatkan diberlakukannya SRGI atau Sistem Referensi Geospasial Indonesia. SRGI merupakan pendekatan sistem referensi yang memperhatikan geodinamika bumi. Hal tersebut sudah tepat mengingat Indonesia merupakan negara yang mempunyai fenomena dinamika bumi yang sangat cepat. Tanpa diperhatikannya parameter dinamika bumi tersebut maka keakuratan posisi pengukuran dan pemetaan menjadi menurun sehingga kualitas data spasial yang dihasilkan juga akan berkurang.

Kementerian Agraria dan Tata Ruang/ BPN merupakan lembaga yang mempunyai kepentingan besar untuk menjaga kualitas data spasial di lingkungannya. Kondisi data spasial di Kemeterian Agraria dan Tata Ruang/ BPN sampai saat ini memang masih belum bisa dikatakan baik dimana dari sekitar 100 juta bidang tanah di Indonesia baru sekitar 27.7 juta bidang yang diketahui letak dan bentuknya. Hal tersebut merupakan pekerjaan rumah yang cukup besar bagi lembaga tersebut guna membenahi data-data spasial yang menjadi tanggungjawabnya. Selain jumlah bidang yang terpetakan aset BPN yaitu TDT masih belum menjadi perhatian yang utama hal tersebut dibuktikan dengan banyaknya TDT yang hilang dikarenakan rusak atau tertimbun material pembangunan di sejumlah lokasi di Konawe Utara. Hal tersebut membuktikan bahwa infrastruktur TDT belum dimanfaatkan secara maksimal dalam kegiatan pengukuran dan pemetaan di Kementerian Agraria dan Tata Ruang/ BPN. Hal lain yang patut diperhatikan adalah dengan diberlakukannya SRGI maka diperlukan adjustment terhadap posisi TDT yang ada.



## **BAB VI. P E N U T U P**

### **VI.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis serta pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pergeseran lateral hasil dari pengukuran TDT dengan menggunakan SRGI dengan rata-rata 2.09 meter sedangkan syarat toleransi pergeseran lateral yang ditetapkan Petunjuk Teknis PMNA/KBPN No 3 Tahun 1997 yaitu 10 cm untuk daerah pemukiman dan 25 cm.
2. Metode transformasi yang tepat pada lokasi penelitian untuk mentransformasikan koordinat dari sistem DGN 95 ke SRGI adalah transformasi Affine

### **VI.2. Saran**

1. Perlunya readjustment terhadap posisi TDT orde 2 dan orde 3 yang ada sehingga dapat dilakukan transformasi hasil pengukuran dan pemetaan kadastral dalam SRGI.
2. Kementerian Agraria dan Tata Ruang perlu memelihara dan merevitalisasi TDT dengan melakukan inventarisasi semua TDT yang ada pada setiap kantor pertanahan baik secara fisik di lapangan dan dokumen yang terkait TDT tersebut
3. Kementerian Agraria dan Tata Ruang/ BPN diharapkan mengoptimalkan pemanfaatan JRSP dan teknologi Penentuan posisi yang telah berkembang dalam menyediakan Infrastruktur Pengukuran dan Pemetaan Kadastral.

## DAFTAR PUSTAKA

*Al Qur'anul Karim*

- 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.
- Dinas ESDM Provinsi Sulawesi Tenggara. 2010. *Pemetaan Daerah Rawan Bencana Geologi Akibat Pergerakan Tanah*, Laporan Tahunan 2010, Kendari.
- 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.
- Mahela, 2014. *Kesesuaian Hasil Pengukuran GNSS CORS dan Pemetaan Bidang Tanah Di Kabupaten Bantul*, Skripsi, STPN, Yogyakarta.
- Mobbs, Kim and Morgan, Peter. 1996. *Geodinamics and Modern Datum Definition*, Lecture Notes part 6, 2<sup>nd</sup> Tropical School of Geodesy, Bandung.
- Moffitt, Francis H. and Mikhail, Edward M.. 1980. *Photogrammetry*, Third edition, Harper and Row Publishers, New York.
- Munawaroh, Siti. 2014. *Kombinasi antara Metode Terestris dan GNSS CORS dalam Pengukuran Bidang Tanah*, Skripsi, STPN, Yogyakarta.
- 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.
- Rasyid, Harun. 2004. *Sains dalam Al Qur'an*, Tiga Serangkai, Klaten.
- Rizos, Chris. 1996. *Principles of GPS Surveying*. 2<sup>nd</sup> Tropical School of Geodesy, Bandung 4 - 16 Nov. 1996.
- Rusmana, E., Sukarna, D., Haryono, E. dan Simandjuntak, T.O.. 1993. *Geologi Lembar Lasusua – Kendari, Sulawesi*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi RI, Bandung.
- Santoso, Djoko. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*, Cetakan pertama, Penerbit ITB, Bandung.

- 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.
- Soeta’at, 1994. *Fotogrametri Analitik*, Jurusan Teknik Geodesi FT-UGM, Yogyakarta. (Tidak dipublikasi)
- Subarya, Cecep. “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.
- Suharyadi. 2006. *Pengantar Geologi Teknik*, Edisi 5, Biro Penerbit Teknik Sipil UGM, Yogyakarta.
- Sukandarrumidi. 2011. *Pemetaan Geologi*, Cetakan pertama, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sumarto, Irawan. “Sistem Referensi Geospasial Kadastral”, *Makalah Seminar dan Workshop Ikatan Surveyor Indonesia (ISI)*, Pekanbaru 21 – 22 Mei 2014.
- 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.
- Surono. 1995. ‘Sedimentology of the Tolitoli Conglomerate Member of the Langkowala Formation, Southeast Sulawesi, Indonesia’, *Journal of Geology and Mineral Sources* 5, GRDC Bandung.
- Surono. 1998. ‘Geology and Origin of the Southeast Sulawesi Continental Terrane’, *Media Teknik No.5*
- Welsch, Walter M.. “Finite Element Analysis of Strain Patterns from Geodetic Observations Across a Plate Margin” dalam *Proceedings of the 3rd Symposium on Recent Crustal Movements and Phenomena associated with Earthquakes and Volcanism*, 12-13 Mei 1982, Tokyo.

### **Daftar Peraturan**

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