

**LAPORAN AKHIR PENELITIAN
HIBAH BERSAING**



**KAJIAN AKTIVITAS PERGESERAN SESAR LAMPUNG-PANJANG
DENGAN MENGGUNAKAN METODE SURVEI
GLOBAL POSITIONING SISTEM (GPS)**

TIM PENELITI

Ketua : Ir.Fauzan Murdapa, MT / 91102614210011
Anggota : Prof. Suharno, M.Sc, Ph.D / 08501115062002
Fajriyanto, S.T., M.T

**UNIVERSITAS LAMPUNG
NOPEMBER 2013**

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Usulan : Kajian Aktivitas Pergeseran Sesar Lampung-Panjang Dengan Metode Survei GPS.
2. Bidang Penelitian : Rekayasa
3. Ketua Peneliti
 - a. Nama Lengkap : Ir.Fauzan Murdapa, MT
 - b. NIP/NIK : 196410121992031002
 - c. NIDN : 91102614210011
 - d. Jabatan Fungsional : Lektor
 - e. Jabatan Struktural : -
 - f. Fakultas : Fak.Teknik/Jurusan T.Sipil
 - g. Pusat Penelitian : LP Universitas Lampung
 - h. Alamat Institusi : Jl.Sumantri Brojonegoro, No.1 Bandar Lampung
 - i. Telepon/Fax : (0721)704947
 - j. e-mail : fauzan_murdapa@unila.ac.id
4. Lama Penelitian Keseluruhan : Tiga (3) tahun
5. Pembiayaan :
 - a. Tahun pertama : Rp 40.182.858
 - b. Biaya dari instansi lain : -
 - c.

Bandar Lampung, 29 Nopember 2013

Penanggung Jawab Kegiatan

Mengetahui,
Ketua Lembaga Penelitian



Dr. Eng Admi Syarif
NIP. 196701031992031003

Ir. Fauzan Murdapa, M.T
NIP 196410121992031002

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK RENCANA PENELITIAN	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB. I. PENDAHULUAN	1
BAB. II. TINJAUAN PUSTAKA	3
BAB. III.METODE PENELITIAN	11
BAB. IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	17
BAB. V. SIMPULAN DAN SARAN.....	21
DAFTAR PUSTAKA	22
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

ABSTRAK PENELITIAN

Tujuan jangka panjang yang ingin dicapai dalam rencana penelitian ini adalah tersedianya Peta Resiko Bencana Disekitar Sesar Lampung-Panjang, yang bisa digunakan sebagai referensi dalam penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah. Sedangkan target khususnya adalah 1). Terdeteksinya pola, karakteristik dan parameter-parameter sesar seperti lokasi, geometri, 2). Dengan diketahuinya karakteristik sesar yang diintegrasikan dengan informasi aktifitas sesar dan informasi tektonik dapat di prediksi energi gempa yang mungkin terjadi di daerah tersebut . 3). Ditambah dengan informasi lain (kepadatan penduduk, bangunan) maka akan dibuat Peta Resiko Bencana

Metode yang digunakan untuk melakukan pengukuran pergerakan sesar dalam penelitian ini adalah metode geodetic, yaitu melakukan pengukuran dengan menggunakan teknologi *Global Positioning System (GPS)*. Teknologi GPS adalah teknologi penentu posisi yang berbasiskan satelit dan didesain untuk memberikan informasi posisi dan kecepatan pergerakan sesar dalam tiga dimensi serta secara cepat dan tepat secara kontinyu tanpa tergantung waktu dan cuaca, kepada banyak orang secara simultan.

Dari hasil penelitian tahap pertama ini, telah berhasil dideteksi posisi atau jalur patahan-patahan kecil antara Sesar Lampung-Panjang. Pengamatan posisi titik amat pada tahap pertama ini belum bisa mendeteksi pergeseran sesar, disebabkan baru sekali dilakukan pengamatan. Untuk bisa mendeteksi pergeseran sesar, maka harus dilakukan pengukuran berulang, minimal setahun sekali.

BAB.I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Provinsi Lampung terletak pada pertemuan 3 lempeng tektonik yang sangat aktif (van-Bemwlwn, 1949, Hamilton, 1979; Katili, 1985; Claproth, 1989;), disamping itu juga dilalui oleh depresi patahan Sumatra (Tjia, 1977; Suharno, 2003). Selain pada daerah tektonik yang aktif, Provinsi Lampung juga memiliki gunungapi yang sangat terkenal dasyat letusannya pada tahun 1883 (Winchester, 2003; Brotopuspito, 2005). Keadaan tektonik dan keberadaan gunung Krakatau di Provinsi Lampung merupakan kebanggaan sekaligus ancaman bencana gempa dan tsunami yang dapat terjadi sewaktu-waktu.

Dalam rangka mengurangi resiko bencana gempa dan tsunami yang mengancam daerah Lampung perlu dilakukan beberapa langkah mitigasi bencana: (1) melakukan penelitian berkaitan dengan bahaya bencana gempa dan tsunami yang dapat ditimbulkan oleh gerakan sesar dan letusan Gunung Krakatau maupun lereng gunung yang longsor, (2) melakukan mitigasi bencana alam akibat tiga hal tersebut.

Sebagai langkah awal maka perlu dilakukan penelitian berkaitan dengan katifitas pergeseran sesar dan pergerakan tanah (lereng/gunung) di provinsi Lampung.

Karena data dan informasi tentang penurunan dan gerakan horisontal muka tanah bermanfaat dalam beberapa aspek pembangunan seperti untuk perencanaan tata ruang, perencanaan pembangunan sarana/prasarana, pelestarian lingkungan, pengendalian, serta perlindungan masyarakat (linmas) maka informasi tentang karakteristik, gerakan tanah, baik vertikal maupun horisontal perlu diketahui sedini mungkin. Dengan kata lain, fenomena gerakan (deformasi) tanah perlu dipelajari dan dipantau secara berkesinambungan.

Salah satu metode yang bisa digunakan untuk pemantauan (monitoring) terjadinya pergeseran/gerakan tanah (deformasi) baik arah vertikal (z) maupun arah horisontal (x,y) akibat gempa adalah metode pengukuran geodetik. Dalam hal ini, diperlukan pengamatan deformasi secara periodik/berkala terhadap titik-titik yang tersebar di

wilayah yang diperkirakan mengalami gerakan tanah. Pemantauan ini dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi *Global Positioning System (GPS)*. Salah satu kelebihan dari penggunaan teknologi GPS dalam studi deformasi adalah kita bisa mendapatkan ketelitian gerakan yang sangat tinggi (orde milimeter).

1.2. Tujuan Khusus Penelitian

1. Melakukan monitoring gerakan Sesar Lampung-Panjang.
2. Mempelajari pola, posisi, kecepatan dan percepatan pergerakan Sesar Lampung yang dapat digunakan untuk memprediksi aktifitas gerakan tanah selanjutnya.
3. Membuat peta resiko bencana di sekitar Sesar Lampung (Bandar Lampung dan sekitarnya).

1.3. Keutamaan Penelitian

1. Sebagai data masukan yang akurat bagi pihak-pihak terkait dalam pengambilan keputusan penanganan fenomena gempa yang terjadi.
2. Sebagai masukan dalam Rencana Tata Ruang Kota Bandar Lampung dan sekitarnya di masa yang akan datang.
3. Digunakan sebagai masukan bagi Pemda dalam menangani korban gempa.
4. Bisa digunakan oleh pemda sebagai bahan pertimbangan dalam pembuatan perda tentang bangunan gedung.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1. Gempa Bumi

Gempa bumi adalah getaran yang terjadi pada bumi akibat adanya proses pergeseran secara tiba-tiba (*sudden slip*) pada kerak bumi. Pergeseran ini terjadi karena adanya sumber gaya (*force*) sebagai penyebabnya, baik bersumber dari alam maupun dari bantuan manusia (*artificial earthquakes*). Sumber gaya dapat berupa proses tektonik, aktivitas sesar dipermukaan bumi, aktivitas gunung api, pergerakan geomorfologi secara lokal seperti terjadinya runtuh tanah.

Kebanyakan gempa bumi berawal dari adanya akumulasi gaya pergerakan di dalam interior bumi (gaya konveksi mantel) yang menekan kerak bumi (*outer layer*), sehingga ketika batas elastisitas dan plastisitasnya terlampaui maka kerak bumi itu akan patah. Ketika itulah terjadi pelepasan energi yang menghasilkan gempa bumi. Sedangkan wilayah yang mengalami gempa adalah wilayah yang jaraknya terjangkau oleh rambatan energi dan akan melemah seiring semakin jauhnya jarak, kerapatan masa batuan, berat jenis batuan, dan ada tidaknya retakan pada batuan yang digetarkan.

Menurut Dr. Danny H Natawidjaya dari Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI, daerah di sebelah barat Sumatera mempunyai banyak sumber gempa bumi karena posisinya pada jalur tabrakan lempeng, dimana lempeng lautan (lempeng Samudra Hindia atau lempeng Indo-Australia) di sebelah selatan bergerak ke utara, ke arah bawah Kepulauan Mentawai dan Pulau Sumatera yang disebut lempeng benua atau lempeng Eurasia (Gambar A).



Gambar 1. Proses terjadinya gempa dan tsunami

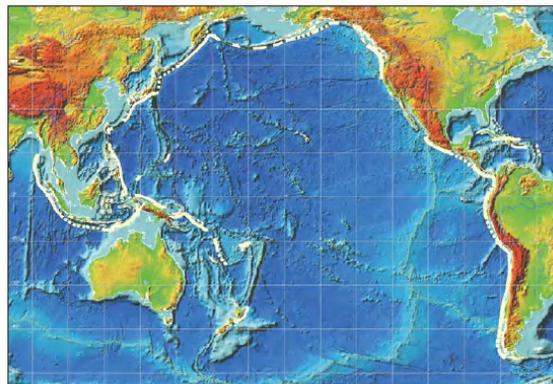
Desakan lempeng Samudra Hindia ini ikut menyeret lempeng benua melesat ke dalam, sehingga pulau-pulau yang melekat di atasnya ikut terseret ke bawah dan

mendekati Sumatera ke arah timur laut. Akibatnya beberapa pulau terlihat seolah akan tenggelam. Ini tampak pada pohon-pohon yang tadinya tumbuh di darat kini telah mati karena terendam air laut.

Selama puluhan sampai ratusan tahun, tekanan lempeng Samudera Hindia ini terus meningkat sampai melampaui kekuatan batuan, sehingga batuan di bawah pulau-pulau akan pecah dan bergeser secara tiba-tiba, dan timbulah gempa bumi. Sebagai gambaran, batuan di bawah pulau-pulau ini berlaku seperti pegas yang ditekan perlahan-lahan. Ketika kekuatan batuan telah terlampaui sehingga pecah, maka tekanan itu dilepaskan secara tiba-tiba dan pulau-pulau akan melentur balik ke arah atas dan barat daya, bagai pegas lalu menimbulkan gempa bumi besar (Gambar B).

Pelentingan tubuh batuan yang terjadi di bawah pulau-pulau akan menggoyang air laut. Saat pulau-pulau terangkat, air laut akan menyusut menjauhi pantai. Namun air laut akan kembali lagi menjadi gelombang yang dahsyat yang dikenal dengan sebagai tsunami (Gambar C).

Indonesia merupakan negara dengan frekuensi kejadian gempa bumi tinggi. Fenomena tersebut disebabkan posisi Indonesia terletak pada wilayah tumbukan (pertemuan) 3 (tiga) buah lempeng besar berukuran benua yang secara terus menerus bergerak. Ketiga lempeng aktif tersebut adalah lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik. Akibatnya Indonesia juga merupakan jalur *Ring of Fire* (Cincin Api), yang merupakan jalur rangkaian gunung api aktif dari Sumatra – Jawa – Bali – Nusatenggara – Banda – Maluku. (Gambar. 2)



Gambar 2. Garis putih merupakan jalur tumbukan ketiga lempeng besar dunia

Menurut para peneliti kebumihan, 95% gempa bumi terjadi disebabkan oleh gempa tektonik yang terjadi di perbatasan lempeng dan sekitar sesar (Mori, 2004). Gempa tektonik inilah yang berpotensi menghasilkan gempa bumi sangat besar.

2.2. Pemantauan Potensi Gempa Bumi

Para peneliti kebumihan mencoba memantau dan meramalkan gempa lewat dua cara, yaitu mempelajari sejarah gempa besar di daerah tertentu (siklus gempa) dan laju penumpukan energi (tahapan gempa) di suatu lokasi. Siklus gempa bumi (*earthquake cycle*) didefinisikan sebagai perulangan gempa. Satu siklus gempa bumi biasanya berlangsung dalam kurun waktu puluhan sampai ratusan tahun. Bentuk analisis siklus gempa bumi dilakukan dengan cara meneliti dokumen sejarah gempa bumi, penelitian-penelitian geofisika, geologi seperti stratigrafi batuan, terumbu karang (*coral microatolls*), paleo-tsunami, paleo-likuifaksi, dan lain-lain. Sementara itu bentuk analisis tahapan gempa bumi dilakukan dengan cara melihat dan meneliti fenomena-fenomena yang menyertai tahapan gempa bumi seperti deformasi, seismisitas, informasi pengukuran geofisika (reseistivitas elektik, pengamatan muka dan temperatur air tanah), dan lain-lain. [Mori (2004), Natawidjaja (2004)].

Dalam satu siklus gempa bumi terdapat beberapa mekanisme tahapan terjadinya gempa bumi, diantaranya yaitu tahapan *interseismic*, *pre-seismic*, *co-seismic*, dan *post-seismic* [Mori (2004), Natawidjaja (2004)]. Fase *interseismic* merupakan fase awal dari satu *earthquake cycle*, dimana pada fase ini energi dari dalam bumi menggerakkan kerak bumi dan energi mulai terakumulasi di bagian-bagian tempat biasanya terjadinya gempa bumi (batas antar lempeng dan patahan). Sesaat sebelum terjadinya gempa bumi dinamakan fase *pre-seismic*, dan ketika terjadinya gempa utama dinamakan fase *co-seismic*. Sementara itu fase *postseismic* didefinisikan sebagai fase ketika sisa-sisa energi gempa terlepas secara aseismic dan kondisi kembali pada tahap kesetimbangan awal (permulaan *earthquake cycle* yang baru).

2.3. Sesar Sumatera

Secara geologi, di wilayah Indonesia banyak dijumpai sesar (*fault*) yang merupakan daerah yang rawan terhadap terjadinya gempa bumi. Beberapa sesar aktif yang terkenal adalah sesar Sumatera (*Great Sumatran Fault*), sesar Cimandiri di Jawa

Barat, sesar Palu-Koro di Sulawesi, sesar naik Flores, sesar naik Wetar, dan sesar geser Sorong

Sesar Sumatra adalah sesar yang dibentuk oleh pelimpahan *stress* tabrakan *lempeng Indo-Australia* dengan *Eurasia* dengan sudut tabrakan miring terhadap garis batas. Kemiringan ini menyebabkan timbulnya sesar Sumatra dimana konsentrasi akumulasi stress atau pusat-pusat gempa ada di daerah ini. Sesar Sumatera membujur dari Aceh sampai Lampung sepanjang Bukit Barisan, bahkan tidak hanya berhenti di Selat Sunda, tetapi menerus sepanjang 300 km di selatan Jawa. Sesar Sumatera tersegmentasi dengan panjang masing-masing segmen 60 ~ 200 kilometer. Segmen-segmen sesar sepanjang 1650 kilometer tersebut merupakan upaya mengadopsi tekanan miring antara lempeng *Eurasia* dan *India–Australia* dengan arah tumbukan $10^{\circ}\text{N} \sim 7^{\circ}\text{S}$.

Seringnya terjadi gempa Pulau Sumatera bersumber di dua zona gempa besar, yaitu Zona Subduksi Lempeng Indo-Australia dan Eurasia, serta Zona Patahan Sumatera yang terletak sepanjang bukit barisan. Kedua zona ini mempunyai potensi gempa yang sangat tinggi. Untuk Patahan Sumatera, dari catatan sejarah dan rekaman seismograf, diketahui rata-rata gempa besar terjadi satu kali setiap dasawarsa. Fakta memperlihatkan catatan gempa bumi di sekitar daerah sesar Sumatera adalah gempa Liwa tahun 1932, 1994, gempa kerinci 1909, 1995, gempa Solok, Sumatera Barat 6 Maret 2007, yang meninggalkan kerugian jiwa dan materi yang cukup besar.

2.4. Sesar Lampung-Panjang

Sesar Lampung membujur dari Branti sampai dengan Pajang dan terus ke arah tenggara (Bakauhebi). Banyak ditemukan sesar-sesar kecil disekitar Sesar Lampung ini. Pada tahun 1913 telah terjadi gempa yang besar di Branti dengan kekuatan 7.3 SR. Pada saat ini penduduk di sekitar Sesar Lampung-Panjang cukup padat Natar-Bandar Lampung-Kalianda. Oleh karena itu apabila terjadi perulangan gempa seratusan tahun, tentu akan menimbulkan korban yang cukup banyak. Dengan demikian peringatan dini terjadinya gempa harus terus dilakukan sosialisai.



Gambar 3. Lokasi Sesar Lampung Panjang

2.5. Deformasi

Pemantauan terhadap fenomena dinamika bumi dalam upaya mempelajari tentang gerakan tektonik yang menyebabkan terjadinya gerakan tanah (baik ke arah horizontal maupun vertikal), dapat menggunakan gabungan aspek-aspek Geofisika, Geologi, Geodesi, Geodinamika dan Ilmu-ilmu Kelautan.

Ilmu Geologi mempunyai kemampuan memberi pertimbangan aspek kualitatif, yaitu memperhatikan ada/tidaknya gejala perubahan bentuk (deformasi) pada bumi, tanpa mengetahui besarnya. Dalam hal ini ditekankan pada kondisi struktur batuan/tanah dari daerah terdeformasi, selanjutnya digunakan untuk mengetahui tipe deformasi atau pola bencana yang terjadi.

Sedangkan Geodesi mempunyai kemampuan memberi pertimbangan aspek kuantitatif (memberi besaran numerik/terukur) dari parameter deformasi yaitu translasi, rotasi dan regangan. Dalam hal ini ditekankan pada penentuan arah dan

besarnya pergeseran (*Displacement*), sebagai dasar untuk melakukan pemantauan pergerakan/ deformasi.

Ada beberapa tipe deformasi, yaitu : Translasi, Rotasi dan Regangan yang dapat ditentukan menggunakan pengukuran geodetik. Maksud dari pengukuran geodetik adalah dengan melakukan “pendekatan geodetik”, yaitu melakukan pengukuran terhadap fenomena dinamika bumi. Hal ini dapat dilakukan dengan penentuan posisi titik, yang selanjutnya dapat digunakan untuk melakukan ‘analisis geometrik deformasi’.

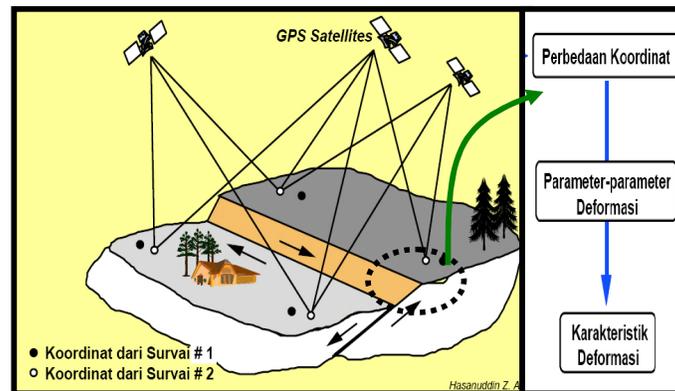
Untuk dapat melakukan analisis deformasi, maka harus ada titik tetap (titik kerangka) geodetic yang digunakan sebagai referensi. Pengadaan kerangka dasar geodetik ini dapat dilakukan dengan 2 (dua) macam, yaitu kerangka dasar absolut atau kerangka dasar relatif. Pada kerangka dasar absolut, titik-titik referensi/acuan (dijadikan sebagai kerangka referensi) berada di luar daerah yang terdeformasi dan berada di tempat yang stabil. Titik referensi tersebut digunakan untuk menentukan nilai pergeseran ‘*Displacement*’ titik-titik pantau/obyek yang berada di daerah yang terdeformasi. Pada kerangka dasar relatif, titik-titik yang berfungsi sebagai kerangka referensi berada di dalam daerah yang terdeformasi sehingga semua titik mengalami pergeseran (menjadi parameter).

2.6. Studi Deformasi Sesar dengan Menggunakan Teknologi Global Positioning System (GPS).

GPS adalah sistem satelit navigasi dan penentuan posisi yang berbasiskan pada pengamatan satelit-satelit *Global Positioning System*. Sistem ini dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat dan didesain untuk memberikan informasi posisi dan kecepatan tiga dimensi serta informasi mengenai waktu, secara kontinyu tanpa tergantung waktu dan cuaca, kepada banyak orang secara simultan. Prinsip penentuan posisi dengan GPS adalah pengukuran jarak secara simultan ke beberapa satelit yang telah diketahui koordinatnya, dengan melakukan pengamatan yang cukup maka koordinat pengamat dapat ditentukan.

Dalam penentuan posisi, GPS memiliki spektrum ketelitian yang bervariasi, dari yang rendah (orde meter) sampai yang sangat teliti (orde milimeter) dengan konsistensi yang tinggi. Ketelitian posisi yang diperoleh dari pengamatan GPS

bergantung pada jenis dan ketelitian data (tingkat kesalahan dan bias pada data GPS saat pengamatan), geometri satelit, metode dan strategi pengolahan data.



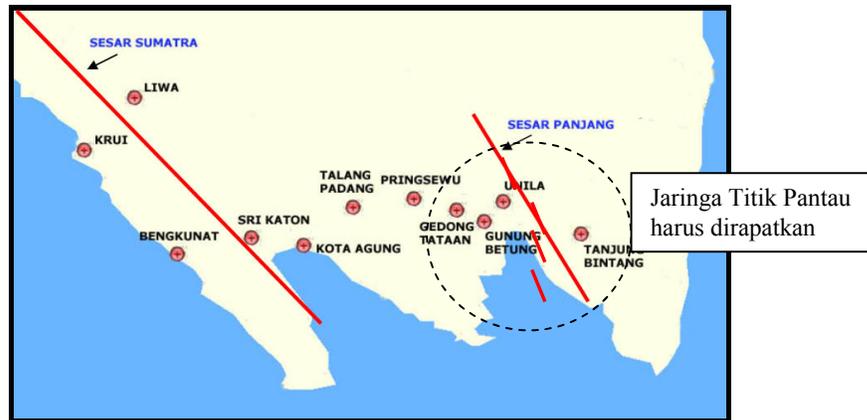
Gambar 4. Studi Deformasi Pada Daerah Sesar

Prinsip penentuan deformasi sesar dengan metode survei GPS adalah dengan cara menempatkan beberapa titik di beberapa lokasi yang dipilih, secara periodik ditentukan koordinatnya secara teliti dengan menggunakan metode survei GPS. Dengan mempelajari pola dan kecepatan perubahan koordinat dari titik-titik tersebut dari survei yang satu ke survei berikutnya, kemudian bersama data-data penunjang lainnya di modelkan secara matematis.

Penerapan model deformasi akan memperlihatkan parameter-parameter sesar seperti lokasi sesar, geometri sesar dan tingkat akumulasi deformasi pada sesar. Dari model ini kita dapat menentukan akumulasi strain, locking depth, dan prediksi energi gempa yang mungkin terjadi di daerah sesar tersebut. Dengan kata lain melalui input data GPS dan output model aktivitas sesar, maka kita dapat menentukan model potensi bencana alam gempa bumi di wilayah sesar yang kita teliti.

2.7. Studi Awal Terhadap Sesar Lampung - Panjang.

Studi aktivitas sesar telah dilaksanakan pada tahun 2009-2010 dengan melakukan monitoring pada beberapa titik antar Tanjung Bintang- Liwa (gambar 5.).

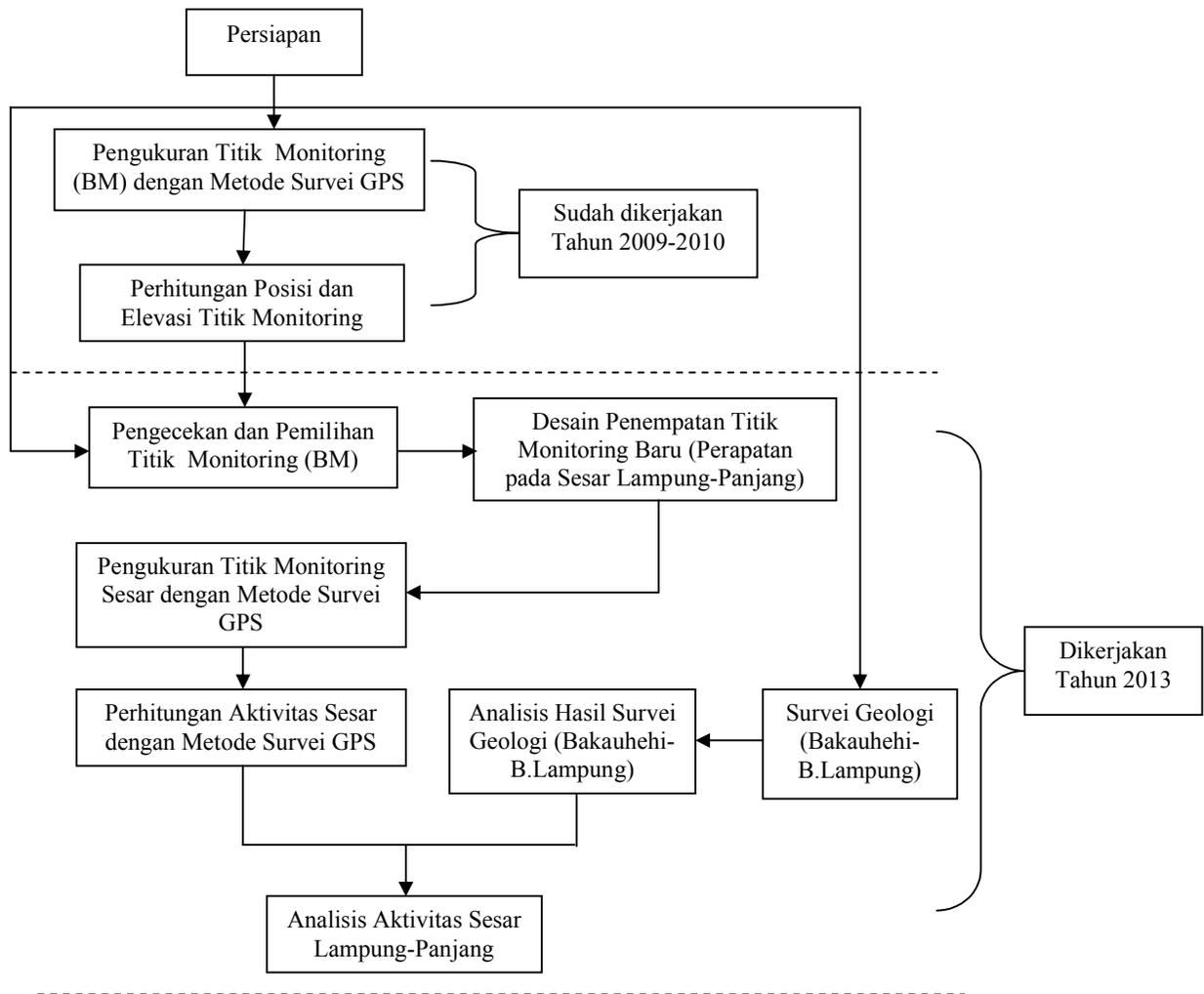


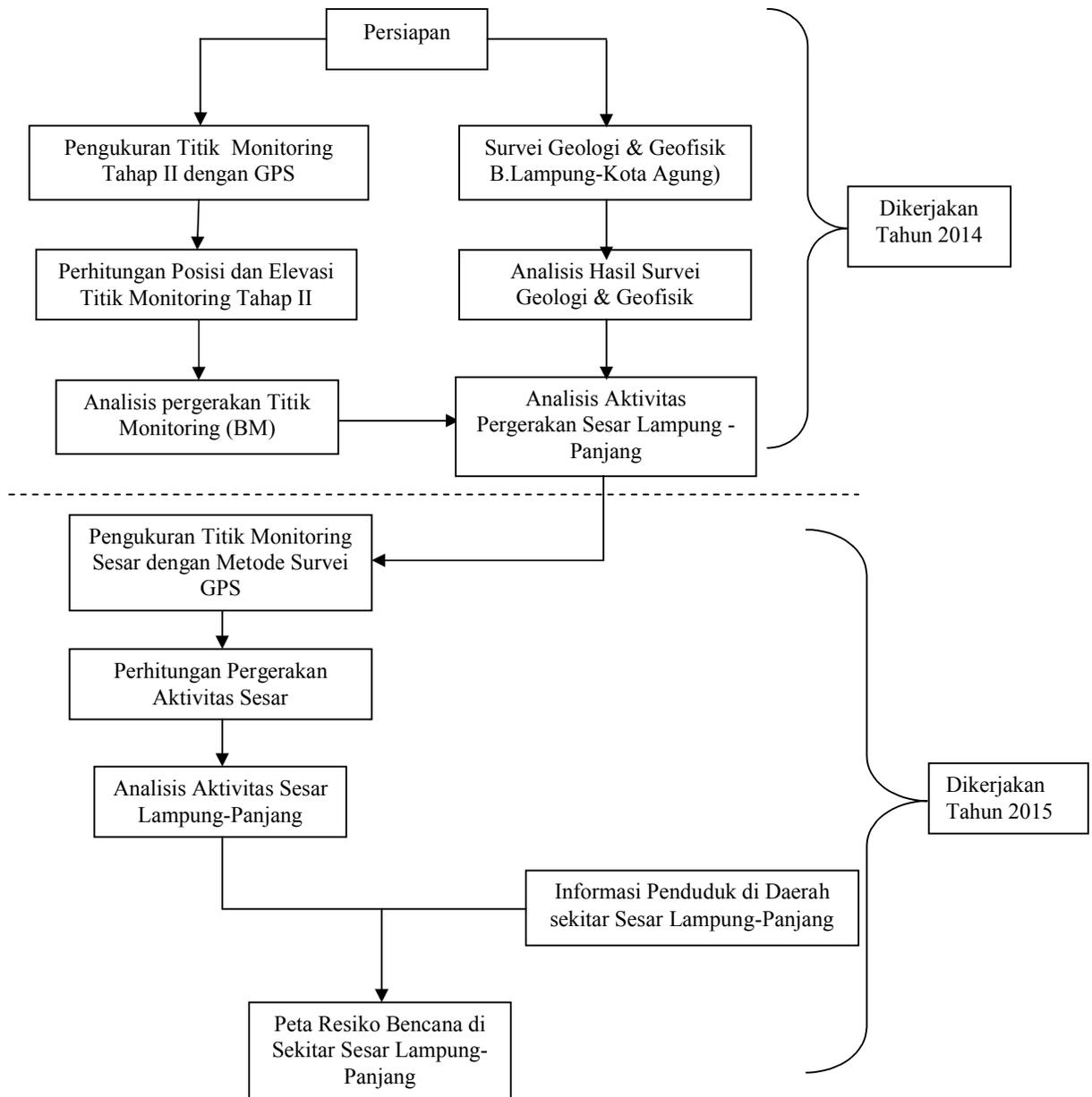
Gambar 5. Jaringan titik-titik pantau

Dari hasil studi awal (tahun 2009-2010) didapatkan pergeseran titik monitor antar 5 s/d 7 cm ke arah Timur dan ternyata untuk titik monitoring bergerak ke arah Tenggara. Mengingat bahwa resiko bencana di sekitar Sesar Lampung-Panjang sangat besar dibandingkan dengan daerah yang lain (karena penduduk yang padat dan terletak pada daerah sesar), maka pemantauan titik monitoring harus terus-menerus dan titik monitornya harus lebih dirapatkan agar diperoleh data yang lebih akurat.

BAB.III METODE PENELITIAN

Untuk mencapai tujuan jangka panjang yaitu tersedianya Peta Resiko Bencana Kota Bandar Lampung dan sekitarnya, dan target khusus yaitu : Terdeteksinya pola, karakteristik dan parameter-parameter Sesar Lampung-Panjang, maka dilakukan langkah-langkah kegiatan sebagai berikut: 1. Persiapan, 2. Pelaksanaan pengukuran aktivitas pergerakan sesar Lampung-Panjang dengan GPS, 3. Survei geologi daerah sesar, 4. Survei percepatan gerakan tanah vertikal dan horisontal, 5. Survei pemukiman/ penduduk di sekitar daerah sesar Lampung- Panjang, 6. Pengolahan data (*processing data*). 7. Pembuatan Peta Resiko Bencana, 8. Laporan dan rekomendasi. *Road Map* penelitian dapat dilihat pada gambar.5. Sedangkan hasil yang diharapkan dari masing-masing tahap dicantumkan pada tabel.2.





Gambar. 6. Tahapan Penelitian Studi Deformasi dan Pembuatan Peta Rawan Bencana

Tabel.2. Aktivitas penelitian dan target hasil yang diharapkan

No	Aktivitas Penelitian	Target dan hasil yang diharapkan	Keterangan
1	Persiapan	<ul style="list-style-type: none"> • Penelusuran pustaka yang terkait dengan materi penelitian. • Mendapatkan data awal lokasi penelitian, yaitu : posisi dan elevasi awal, data geologi dan geomorfologi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Data awal posisi didapat dari studi awal tahun 2009-2010
2	Pengukuran Posisi dan Elevasi Titik Monitoring dengan GPS Tahap I	<ul style="list-style-type: none"> • Pengukuran untuk masing-masing titik selama minimal 10 jam. • Didapatkan jumlah satelit yang teramat lebih dari 4 satelit, selama pengamatan. • Lokasi memotong Sesar Lampung-Panjang antara Gunung Betung-Unila_Tanjung Bintang. • Penelitian kondisi geologis dan geofisik sesar-sesar antara bakauheni-Bandar Lampung 	<ul style="list-style-type: none"> • Akan dilaksanakan tahun 2013
3	Perhitungan posisi titik monitoring tahap I	<ul style="list-style-type: none"> • Didapatkan koordinat titik pengamatan tahap I secara teliti. 	<ul style="list-style-type: none"> • Akan dilaksanakan tahun 2013
4	Analisis Pergerakan Titik Monitoring (Perubahan posisi Titik Monitoring Awal dengan Tahap I	<ul style="list-style-type: none"> • Didapatkan perbedaan koordinat dan elevasi secara teliti antara data awal dengan hasil pengukuran tahap I 	<ul style="list-style-type: none"> • Akan dilaksanakan tahun 2013
5	Survei Geologis dan geofisik antara Bakauheni dengan Bandar Lampung I	<ul style="list-style-type: none"> • Survei geologi dan geofisik di daerah Sesar sesar antara Bakauheni dengan Bandar Lampung. 	<ul style="list-style-type: none"> • Akan dilaksanakan 2013
6	Analisis Geologis dan geofisik antara Bakauheni dengan Bandar Lampung I	<ul style="list-style-type: none"> • Terdeteksinya Pola dan Besar Pergerakan Sesar Lampung-Panjang 	<ul style="list-style-type: none"> • Akan dilaksanakan tahun 2013
7	Survei Pergerakan Titik Monitoring Sesar Lampung-Panjang Tahap II	<ul style="list-style-type: none"> • Pengukuran titik monitoring tahap II antara Gunung Betung-Unila-Tanjung Bintang. 	<ul style="list-style-type: none"> • Akan dilaksanakan tahun 2014
8	Perhitungan posisi titik monitoring tahap II	<ul style="list-style-type: none"> • Didapatkan koordinat titik pengamatan tahap II secara teliti. 	<ul style="list-style-type: none"> • Akan dilaksanakan tahun 2014
9	Survei Geologis dan geofisik antara Bakauheni dengan Bandar Lampung II	<ul style="list-style-type: none"> • Survei geologi dan geofisik di daerah Sesar sesar antara Bandar Lampung dengan Kota Agung 	<ul style="list-style-type: none"> • Akan dilaksanakan tahun 2014
10	Analisis Geologis dan geofisik antara Bandar Lampung-Kota Agung	<ul style="list-style-type: none"> • Terdeteksinya Sesar sesar antara Bandar Lampung dengan Kota Agung 	<ul style="list-style-type: none"> • Akan dilaksanakan 2014
11	Survei Pergerakan Titik Monitoring Sesar Lampung-Panjang Tahap III	<ul style="list-style-type: none"> • Pengukuran titik monitoring tahap II I antara Gunung Betung-Unila-Tanjung Bintang. 	<ul style="list-style-type: none"> • Akan dilaksanakan tahun 2015
12	Perhitungan posisi titik monitoring tahap III	<ul style="list-style-type: none"> • Didapatkan koordinat titik pengamatan tahap III secara teliti. 	<ul style="list-style-type: none"> • Akan dilaksanakan tahun 2015
13	Survei Geologis dan geofisik antara Bakauheni dengan Bandar Lampung III	<ul style="list-style-type: none"> • Survei geologi dan geofisik di daerah Sesar sesar antara Kota Agung dengan Liwa 	<ul style="list-style-type: none"> • Akan dilaksanakan tahun 2015
14	Analisis Geologis dan geofisik antara Kota Agung-Liwa	<ul style="list-style-type: none"> • Terdeteksinya Pola Sesar sesar antara Bandar Lampung dengan Kota Agung-Liwa 	<ul style="list-style-type: none"> • Akan dilaksanakan 2015
15	Mencari data kependudukan	<ul style="list-style-type: none"> • Terdeteksinya jumlah dan kepadatan penduduk didaerah sesar Lampung – Panjang (Kota Bandar Lampung dan sekitarnya). 	<ul style="list-style-type: none"> • Akan dilaksanakan tahun 2015
16	Pembuatan Peta Resiko Bencana di sekitar Sesar Lampung-Panjang	<ul style="list-style-type: none"> • Terpetakannya kawasan penduduk dengan resiko bencana 	<ul style="list-style-type: none"> • Akan dilaksanakan tahun 2015

1. Persiapan

Pada studi lanjutan ini, pekerjaan persiapan meliputi :

a. Penelusuran pustaka dan pengumpulan data sekunder

Penelusuran pustaka dari berbagai sumber, misalnya dari jurnal ilmiah dan dari internet. Sedangkan data yang diperlukan adalah data pengamatan posisi dan elevasi titik monitoring yang telah dilaksanakan tahun 2009-2010.

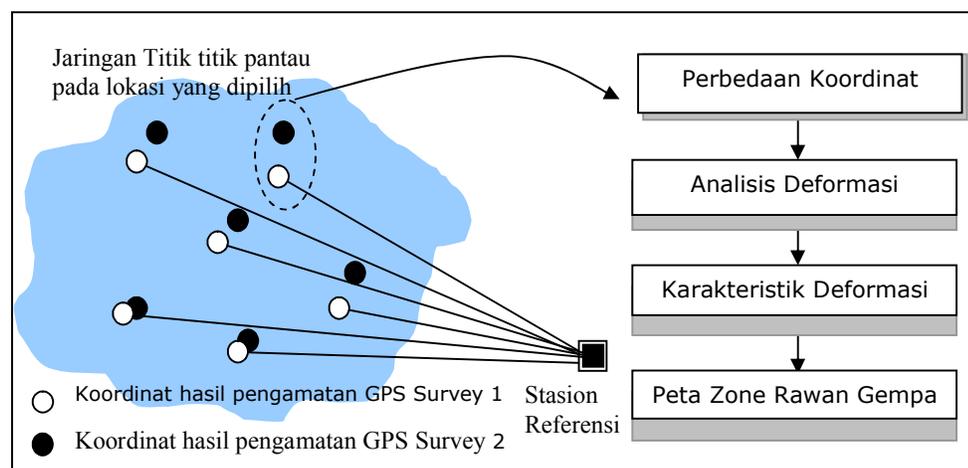
b. Pengecekan titik monitoring untuk memastikan keberadaannya tetap ada, tidak berpindah tetap dan tidak mengalami kerusakan.

c. Merencanakan titik monitoring baru yang digunakan untuk merapatkan titik monitoring yang sudah ada dan memotong arah beberapa sesar Lampung-Panjang.

2. Pelaksanaan Pengukuran Survei GPS

Penelitian dilakukan dengan menempatkan beberapa titik monitoring pada beberapa lokasi yang dipilih, secara periodik ditentukan koordinatnya secara teliti (sampai level beberapa mm) dengan menggunakan metode survei GPS relatif terhadap stasion referensi yang terdapat di Unila. Survei GPS adalah metode penentuan posisi dari beberapa titik secara teliti (orde ketelitian mm-cm) terhadap satu atau beberapa titik kontrol yang telah diketahui koordinatnya, dengan menggunakan data pengamatan fase dari beberapa satelit GPS yang diamati dalam selang waktu tertentu.

Prinsip penelitian gerakan tanah (deformasi) dengan metode survei GPS adalah dengan membandingkan koordinat dari beberapa titik pada lokasi yang dipilih yang diperoleh dari beberapa survei GPS yang dilakukan dengan selang waktu tertentu.



Gambar 7. Prinsip Penentuan Gerakan Tanah Dengan Metode Survei GPS

Karakteristik gerakan tanah diperoleh dengan melakukan analisa pergeseran terhadap perbedaan koordinat dari titik-titik GPS yang diperoleh tersebut. Dengan mempelajari pola, besar, arah dan kecepatan perubahan koordinat dari titik-titik tersebut dari survei yang satu ke survei berikutnya, maka karakteristik pergerakan sesar akan dapat dihitung dan dipelajari lebih lanjut.

Gerakan tanah yang terjadi saat ini diperkirakan berkisar pada level mm sampai cm. Untuk dapat memonitoring gerakan tanah tersebut tentunya dibutuhkan peralatan GPS tipe geodetik dengan menggunakan teknik pengamatan yang memadai serta memperhitungkan sumber-sumber kesalahan yang dapat mempengaruhi tingkat ketelitian hasil pengamatan.

3. Survei Geologi

Survei geologi untuk mempelajari jenis, kemiringan bidang (*dip*), jurus (*strike*) dari sesar Lampung-Panjang. Survei Geologi dilaksanakan pada tahun pertama antara Bahauheni-Bandar Lampung, tahun ke kedua antara Bandar Lampung-Kota Agung, dan tahun ke tiga antara Kota Agung – Liwa dengan lama waktu survei diperkirakan selama 15 hari setiap periode survei.

4. Analisis Geomagnetik

Tujuan kegiatan ini untuk mengetahui keberadaan sesar yang berada jauh di bawah permukaan tanah. Data geomagnetik sudah tersedia, hasil dari beberapa kali melakukan survei terdahulu dengan alat magnetometer proton yang akan mengukur anomali medan magnetik batuan bawah tanah tersebut. Namun bersamaan dengan survei geologi dilakukan pengamatan secara visual untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti.

5. Survei Percepatan Gerakan Tanah Vertikal dan Horizontal

Survei ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan guncangan suatu daerah saat terjadi gempa bumi. Pengukuran menggunakan alat *Strong Motion Accelerograph* dapat menghasilkan data-data gerakan tanah vertikal dan horizontal yang akan dipakai untuk mengetahui kestabilan geologi suatu daerah.

1. Survei Potensi Longsoran Tanah (*Landslide*)

Pada saat terjadi gempa bumi, daerah-daerah yang labil secara geologi memiliki potensi untuk mengalami longsor. Bahaya tanah longsor yang saat ini sering terjadi harus diketahui sedini mungkin, supaya kita dapat menghindarinya. Dengan alat georadar dan permeabilitymeter kondisi daerah yang labil ini dapat kita ketahui secara akurat.

2. Pengolahan Data (*processing data*)

Processing data ini meliputi: hasil survei GPS, Geologi, dan Geofisika (Percepatan gerakan tanah, geomagnetik, landslide). Waktu pelaksanaan processing data setiap periode pengukuran selama 10 hari.

3. Peralatan yang Digunakan

- 3 Unit GPS Tipe Geodetic
- 1 paket software penelitian pengolahan data gempa
- 1 paket Software ilmiah Pengolahan data GPS
- 1 Unit Personal Computer (PC)
- 2 unit Kendaraan roda 4

4. Rencana dan Jadwal Kerja.

Kegiatan lapangan meliputi Lampung Selatan, Kota Bandar Lampung. Sedangkan processing data akan dilakukan di Laboratorium Program Studi Survei dan Pemetaan, Fakultas Teknik Unila.

5. Luaran Penelitian.

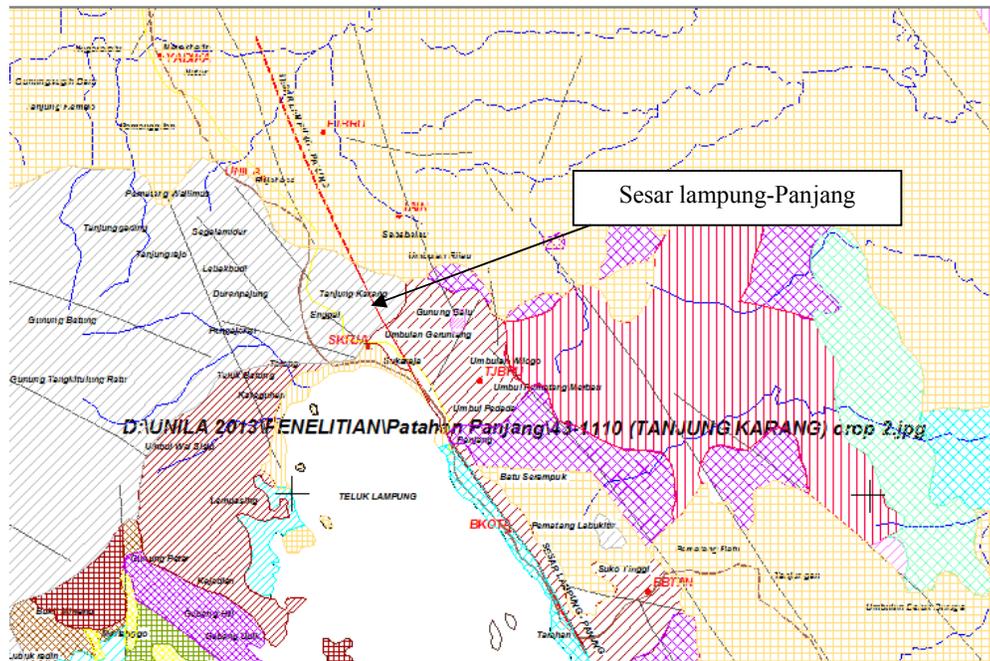
Luaran dari penelitian tahap I (penelitian tahun 2013), penelitian tahap II (penelitian tahun 2014) dan penelitian tahap III (penelitian tahun 2015) ini adalah:

- a. Rekomendasi kebijakan terhadap Pemkot Bandar Lampung tentang Perda Rumah Tahan Gempa.
- b. Publikasi Ilmiah yang dimuat pada Jurnal terakreditasi.
- c. Buku Ajar : Sesar Lampung Panjang dan Peta Resiko Bencana.
- d. Peta Resiko Bencana.
- e. Laporan Penelitian.

BAB.IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengamatan Sesar di Lapangan.

Pada kegiatan pengamatan sesar di lapangan ada beberapa indikasi bahwa ada beberapa lokasi sesar yang sudah tidak tampak lagi. Hal ini disebabkan oleh kegiatan pembangunan, antara lain ditimbun untuk pembuatan bangunan. Ini berarti banyak bangunan-bangunan yang berdiri diatas sesar, sehingga cukup rawan apabila terjadi gempa bumi.



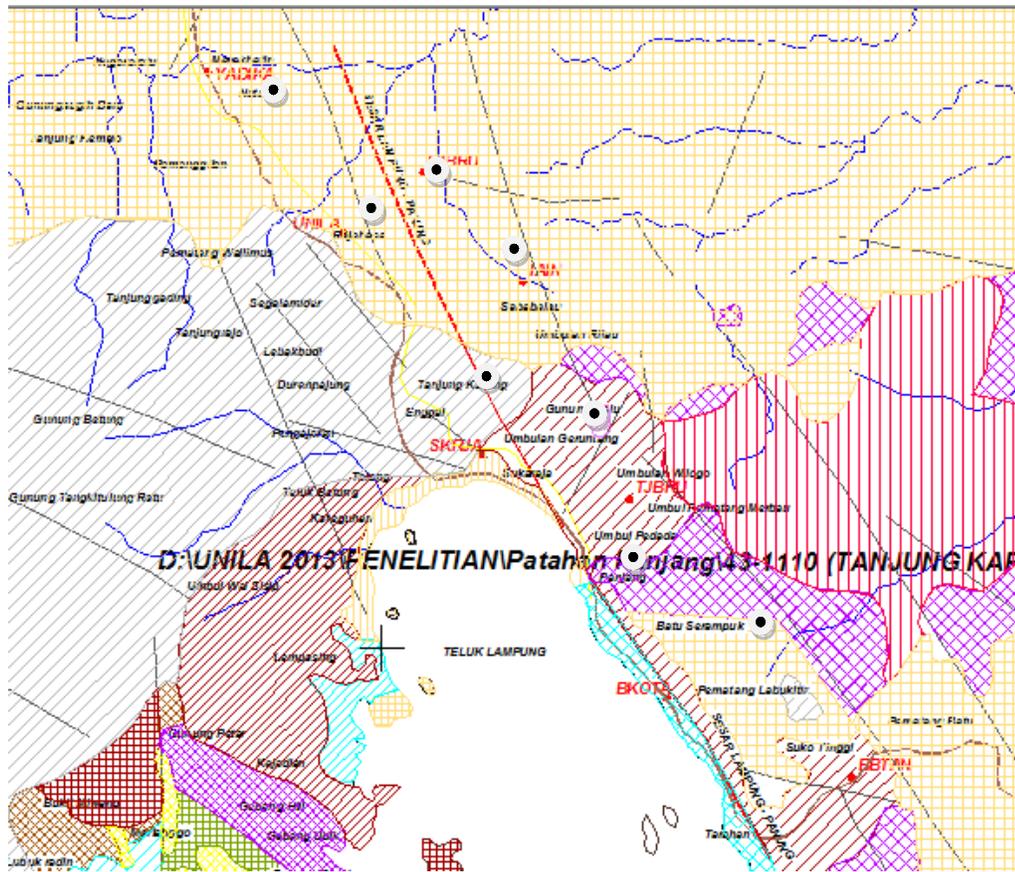
Gambar 8. Lokasi Sesar Lampung

Garis putus-putus adalah sesar Lampung, sedangkan titik-titik merah adalah posisi titik amat GPS. Adapun delapan titik tersebut adalah :

4.2. Desain Lokasi Titik Amat

Lokasi titik amat survei GPS berjumlah 8 titik yang tersebar di sepanjang Sesar Lampung-Panjang dengan penempatan yang memotong Sesar Lampung-Panjang.

Dengan desain penempatan yang memotong sesar, maka pergeseran sesar akan bisa terpantau.



- Keterangan :
- Titik Amat GPS
 - Sesar

Gambar 8. Distribusi Titik Amat GPS

4.3. Pengamatan GPS.

1. Penentuan Posisi Diferensial Sistem DGPS

Posisi suatu titik pada penentuan posisi diferensial ditentukan relatif terhadap titik lainnya yang telah diketahui koordinatnya (*station reference*). Pada metode diferensial, dengan mengurangi data yang diamati oleh dua receiver GPS pada waktu yang bersamaan, maka beberapa jenis kesalahan dan bias dari data

dieliminasi atau direduksi. Pengeliminasian dan pereduksian ini akan meningkatkan akurasi dan presisi data, dan selanjutnya akan meningkatkan tingkat akurasi dan presisi posisi yang diperoleh. Jenis-jenis kesalahan dan bias yang dapat serta tidak dapat dieliminasi atau direduksi dengan proses pengurangan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 3. Jenis- Jenis Kesalahan

Kesalahan dan Bias	Dapat dieliminasi	Dapat direduksi	Tidak dapat dieliminasi
Jam satelit	√		
Jam <i>receiver</i>	√		
Orbit (<i>Ephemeris</i>)		√	
Ionosfer		√	
Troposfer		√	
Multipath dan Noise			√

Efektivitas dari proses pengurangan tersebut sangat tergantung pada jarak antara stasiun referensi dengan titik yang akan ditentukan posisinya. Sehingga semakin pendek jarak maka semakin efektif dampak dari pengurangan data, dan sebaliknya. Penentuan posisi secara diferensial dapat diaplikasikan secara statik maupun kinematik dengan menggunakan data pseudorange dan/atau fase. Aplikasi utama dari metode penentuan posisi diferensial antara lain adalah survei pemetaan, survei geodesi, serta navigasi berketelitian menengah dan tinggi.

2. Metode Pengolahan Data GPS

Data pengamatan GPS terlebih dahulu dilakukan pengecekan untuk mengetahui kualitas data dari masing-masing titik pengamatan dan stasiun titik kontrol dengan menggunakan program TEQC. Hasil program TEQC ini dapat digunakan untuk penggabungan data RINEX, pemotongan data RINEX, cek kualitas hasil RINEX, dan lain-lain. Dari analisis TEQC diperoleh antara lain informasi mengenai koordinat absolut dari titik pengamatan, jumlah *epoch* serta waktu pengamatan. Perintah yang digunakan untuk melihat kualitas data terhadap file observasi yang dijalankan adalah **teqc +qc -nav <navigation file> <observation file>**. Untuk menjalankan perintah tersebut dalam pengolahannya memerlukan file navigasi dan

file observasi dari data pengamatan. Pengecekan data observasi yang digunakan adalah dengan menggunakan perintah dengan *full quality check*. Data pengamatan GPS memiliki kualitas baik atau tidaknya dilihat dari nilai MP1 dan MP2. MP1 dan MP2 adalah nilai *moving averaging*, yaitu nilai RMS dari kombinasi data multipath yang terekam. Kriteria hasil pengecekan data dengan menggunakan TEQC adalah :

1. Moving average MP1 kurang dari 0,5 meter.
2. Moving Average MP2 kurang dari 0,5 meter.
3. Nilai IOD kurang dari 100
4. Nilai IOD atau mpslips kurang dari 100

Pengolahan data GPS dibagi menjadi dua tahap, yang pertama adalah pengolahan titik pengamatan di lokasi Yadika, Fajarbaru, IAIN, Tanjungbaru, Bataskota, Babatan dan Sukaraja yang diikatkan dengan UNILA. Tahap yang kedua adalah pengolahan titik pengamatan di lokasi UNILA yang diikatkan dengan GNSS CORS BAKO (Cibinong), NTUS (Singapura), XMAS (Pulau Christmast), dan PIMO (Philipina). Pengolahan data setiap tahapnya diolah secara radial, per-baseline dan disesuaikan dengan DOY (Day of Year). Dari kedua tahap pengolahan yang sudah dilakukan, nilai koordinat dari setiap titik dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. BM dan Nilai Koordinat

No.	Titik Pengamatan	Titik Referensi	DOY	Koordinat Geografis		
				Lintang (°)	Bujur (°)	Height (m)
1	UNILA	BAKO	318	5.3638592 LS	105.2424849 BT	136.1513672
2	YADIKA	UNILA	318	5.3112614 LS	105.1979399 BT	113.8000000
3	FAJARBARU	UNILA	318	5.3441896 LS	105.2685137 BT	103.7071533
4	IAIN	UNILA	318	5.3800634 LS	105.3013166 BT	105.1490479
5	TANJUNGBARU	UNILA	319	5.4514462 LS	105.3363904 BT	167.3940430
6	BATASKOTA	UNILA	319	5.5164996 LS	105.3486871 BT	14.7858887
7	BABATAN	UNILA	320	5.5425217 LS	105.4094651 BT	11.6616211
8	SUKARAJA	UNILA	319	5.4368154 LS	105.2875611 BT	15.6711426

BAB.V.

KESIMPULA DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penelitian tahap satu ini merupakan penelitian awal dari tiga tahap (3 tahun) seri penelitian. Dari hasil penelitian tahap I ini bisa diberi beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Berhasil diidentifikasi beberapa patahan-patahan pendek-pendek antara Sesar Lampung-Panjang. Beberapa patahan ini sudah sulit dikenali dilapangan akibat dari proses pembangunan, yaitu penimbunan dan pengerukan yang cukup masif disekitar Bandar Lampung.
2. Telah ditentukan delapan titik BM sebagai titik amat dan titik kontrol pergerakan patahan (sesar Lampung). Pemasangan titik-titik ini memotong patahan-patahan tersebut.
3. Pada tahap awal pengukuran belum bisa ditentukan pergerakan sesarnya, disebabkan baru sekali dilakukan pengamatan dengan GPS.

B. Saran

Penelitian ini direncanakan berlangsung selama tiga tahun, untuk itu pada tahun-tahun yang akan datang proses pencairan dananya bisa dipercepat agar supaya pengamatan penelitian bisa dua kali dalam setahun. Hal ini sangat diperlukan untuk mendeteksi pergerakan sesar dalam selang waktu yang berimbang (misalnya pengamatan bulan Juni dan Nopember).

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Hz. Dkk . “Studi Geodetik Sesar Lembang”, Kelompok Keahlian Geodesi Departemen Teknik Geodesi Institut Teknologi Bandung, 2004.
- Abidin, Hz. Dkk . “Studi Geodinamika Daerah Sulawesi dengan GPS”, Kelompok Keahlian Geodesi Departemen Teknik Geodesi Institut Teknologi Bandung, 2004.
- Andreas H., D.A. Sarsito, M.Irwan, H.Z.Abidin, D. Darmawan, M. Gamal. “Implikasi Co-Seismic dan Post-Seismic Horizontal Displacement Gempa Aceh 2004 Terhadap Status Geometrik Data Spasial Wilayah Aceh dan Sekitarnya”, Kelompok Keahlian Geodesi Departemen Teknik Geodesi Institut Teknologi Bandung, 2004.
- Herring T. “Dislocation in Elastic Halfspace Model of the Earthquake Cycle”, Lecture notes, MIT OpenCourseware, Spring 2006
- Mori J, “Earthquake Prediction”. Lecture notes on KAGI 21 Summer School. Institut Teknologi Bandung, 2004.
- Murdapa, F. “*Studi Awal Monitoring Penurunan Tanah di Propinsi Lampung*”, Prosiding Seminar Nasional Sains & Teknologi III, Universitas Lampung 2010.
- Mulyatno, B.S dan Suharno, 2007, *Atenuasi Energi Gempabumi Akibat Médiun Batuan di Wilayah Lampung Berdasarkan Data Gempabumi tahun 2003-2005*. Prosiding, Seminar Nasional Sain dan Teknologi, Lembaga Penelitian Universitas Lampung.
- Natawijaya, Dany H. “Aceh Andaman Megatrast Earthquake 26 December 2004; what’s happen then and where is the Future Giant earthquake and Tsunami in sumatera”. Workshop Gempa Aceh; Geodesi ITB, 2004.
- Okada, Y., Internal deformation due to shear and tensile faults in a halfspace, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 82, 1018–1040, 1992.
- Rahmadi, E, Dkk: “*Monitoring Pergerakan Sesar Sumatera di Wilayah Lampung Dalam Upaya Pemantauan Potensi dan Mitigasi Bencana Alam Gempa Bumi di Lampung* ”, Prosiding seminar hasil penelitian di Universitas Lampung, 2.006.
- Suharno, :” *Microearthquakes in the Rendingan-Ulubelu-Waypanas Geothermal System in Lampung*”. Jurnal Ilmiah MIPA, 2005.
- Suharno dan Mulyatno, B.S., ”*Distribuis Peluang Tingkat Resiko Gempa Wilayah Provinsi Lampung Berdasarkan Data Gempa 1990-2004*”. Prosiding, Seminar Nasional Sain dan Teknologi, Lembaga Penelitian Universitas Lampung, 2007.

Suharno, Soengkono, S. and Sudarman, S.,: “*Microearthquake distribution in Rendingan-Ulubelu-Waypanas, Tanggamus, Indonesia*”. Proceedings 23rd New Zealand Geothermal Workshop, 2001.

Suharno, :”*Distribusi dan Resiko gempa Daerah Lampung dan Sekitarnya*”. Jurnal Sain dan Teknologi Mitigasi Bencana, 2007.