PENGESAHAN

1. Judul : **Monitoring Pergerakan Sesar Sumatera Di Wilayah Lampung Dalam Upaya Pemantauan Potensi Dan Mitigasi Bencana Alam Gempabumi Di Lampung**

Penulis

a. Nama	:	Bagus Sapto Mulyatno, S.Si., M.T.
b. NIP	:	197001202000031001
c. Pangkat/ Gol	:	Penata Muda Tk.1/ III B
d. Jabatan	:	Lektor
e. Unit Kerja	:	PS. Teknik Geofisika Fakultas Teknik Universitas Lampung

Telah dimuat dalam Prosiding Hasil-hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Edisi Oktober, Tahun 2006, ISBN : 979 – 15535-0-5, Buku Satu.

Bandar Lampung, 4 Januari 2009

Mengetahui :
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Lampung

Dr. Ir. Lusmelia Afriani, DEA
NIP.196505101993032008

Ketua PS Teknik Geofisika
Universitas Lampung

Karyanto, S.Si., M.T
NIP.196912301998021001

Menyetujui :

Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Lampung

Prof. Dr. John Hendri, M.S.
NIP.195810211987031001

DOKUMENTASI LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS LAMPUNG
14 Jan 2010
6/Ftc/01/Ju/Ft/2010

Hutan Produksi Dan Permasalahannya Di Kabupaten Lampung Selatan 88
Hari Kaskoyo

Evaluasi Produksi Karkas Dan Kulit (*By-Product*) Dari Dua Bangsa Sapi Persilangan 96
Kusuma Adhianto

Produktivitas Udang Windu (*Penaeus Monodon*) Dengan Skala Intensif Di Tulang Bawang 100
Supono

Pengaruh Sistem Pemeliharaan Terhadap Persentase Karkas Dan Komponen Karkas Itik Tegal Betina Afkir 10
Riyanti

Inventarisasi Penyakit Parasit Pada Pembesaran Kerapu Lumpur (*Epinephelus tauvina*) 11
Siti Hudaidah

Mie Berbahan Baku Daging Ikan;Aspek Teknis Dan Peluang Pengembangannya 11
Qadar Hasani, Warji, dan Esti Harpeni

Penghambatan Tujuh Jenis Ekstrak Air Kasar Terhada Perkecambahan Urodospora *Hemileia Vastatrix* 13
Tri Maryono dan Cipta Ginting

Restrukturisasi Dendeng Giling Ikan Rucah Menggunakan Alginat 13
Dyah Koesoemawardani

Standar Kompetensi Surveyor Topografi: Peluang Dan Tantangan Pada Pekerjaan Konstruksi Pada Era Pasar Bebas 14
Fauzan Murdapa

Monitoring Pergerakan Sesar Sumatra Di Wilayah Lampung Dalam Upaya Pemantauan Potensi Dan Mitigasi Bencana Alam Gempa Bumi Di Lampung 15
Eko Rahmadi, Edi Meidarto, Fauzan Murdapa, Suharno, Bagus, Rustadi

Regenerasi Permudaan Tingkat Semai Repong Damar Krui Lampung Barat 1
Gunardi Djoko Winarno

Evaluasi Kandungan Logam Timbal (Pb) Dalam *Enhalus Acoroides* Linn. (Ilalang Laut) Di Perairan Lempasing Bandar Lampung 1
Pramudiyanti dan Arwin Ahmad

Partisipasi Dan Pemberdayaan Warga Masyarakat Dan Pamong Kelurahan Sebagai Mitra Dalam Kebersihan Lingkungan (Studi Kasus Kota Bandar Lampung) 1
M. Thoha B. Sampurna Jaya

MONITORING PERGERAKAN SESAR SUMATRA DI WILAYAH LAMPUNG DALAM UPAYA PEMANTAUAN POTENSI DAN MITIGASI BENCANA ALAM GEMPA BUMI DI LAMPUNG

EKO RAHMADI[1], EDI MEIDARTO[1], FAUZAN MURDAPA[1], SUHARNO[2], BAGUS[2], RUSTADI[2]

[1] Program Studi Teknik Survey dan Pemetaan, FT - Universitas Lampung

[2] Program Studi Geofisika, FMIPA - Universitas Lampung

ABSTRAK

Gempa bumi didefinisikan sebagai getaran yang terjadi pada bumi akibat adanya proses pergeseran secara tiba-tiba (sudden slip) pada kerak bumi. Sudden slip terjadi karena adanya sumber kekuatan (force) sebagai penyebabnya. Gempa bumi mempunyai sifat berulang, dalam arti bahwa suatu gempa bumi di suatu daerah akan terjadi lagi di masa yang akan datang dalam periode waktu tertentu (biasanya puluhan sampai ratusan tahun). Istilah perulangan gempa bumi ini dinamakan earthquake cycle. Selanjutnya di dalam satu Earthquake cycle terdapat beberapa fase atau tahapan mekanisme terjadinya gempa bumi yaitu fase interseismic, pre-seismic, co-seismic, dan postseismic.

Penggunaan metode Geodetik melalui pengamatan GPS untuk monitoring pergerakan sesar sumatra di wilayah lampung dapat memperlihatkan pola dan karakteristik sesar dan parameter-parameter sesar seperti lokasi sesar, geometri sesar dan tingkat akumulasi deformasi pada sesar. Selanjutnya dengan karakteristik pergeseran sesar yang diitegrasikan dengan informasi histori aktifitas sesar dan informasi tektonik seting dapat ditentukan akumulasi strain, locking depth, dan prediksi energi gempa yang mungkin terjadi di daerah sesar tersebut yang diharapkan dapat membantu upaya mitigasi.

Kata kunci : Gempa bumi, Mitigasi, Sesar Sumatra, GPS, Lampung

PENDAHULUAN

Gempa bumi adalah getaran yang terjadi pada bumi akibat adanya proses pergeseran secara tiba-tiba (*sudden slip*) pada kerak bumi. Pergeseran secara tiba-tiba terjadi karena adanya sumber gaya (*force*) sebagai penyebabnya, baik bersumber dari alam maupun dari bantuan manusia (*artificial earthquakes*). Sumber gaya (force) dapat berupa Proses tektonik akibat pergerakan kulit / lempeng bumi, Aktivitas sesar dipermukaan bumi, Aktivitas gunungapi, Pergerakan geomorfologi secara lokal seperti terjadinya runtuhan tanah, dan Ledakan Nuklir.

Kebanyakan gempa bumi berawal dari adanya akumulasi gaya pergerakan di dalam interior bumi (gaya konveksi mantel) yang menekan kerak bumi (outer layer) yang bersifat rapuh, sehingga ketika batas elastisitas dan plastisitasnya terlampaui maka kerak bumi itu akan patah. Ketika terjadi patahan itulah pelepasan energi menghasilkan gempa bumi yang besarnya merupakan daya tahan energi maksimum yang dapat ditahan oleh koefisien gaya gesek antara dua lempeng batuan di suatu perbatasan retakan atau patahan. 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.

Indonesia merupakan salah satu bagian wilayah di dunia yang mempunyai tatanan geologi yang tergolong unik dan rumit dengan frekuensi kejadian gempa bumi cukup 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. Akibat tumbukan dari ketiga lempeng tersebut, Indonesia juga merupakan jalur Ring of Fire (Cincin Api), yang merupakan jalur rangkaian gunung api aktif dari Sumatra – Jawa – Bali – Nusatenggara – Banda – Maluku.

Setiap bencana alam selalu mengakibatkan penderitaan bagi masyarakat, korban jiwa dan harta benda kerap melanda masyarakat yang berada di sekitar lokasi bencana. Di Indonesia daerah rawan bencana gempa bumi sebagian besar berada pada daerah yg tingkat populasinya sangat padat. Daerah-daerah ini sering merupakan pusat aktifitas serta sumber pendapatan masyarakat serta negara, dan menjadi pusat pencurahan dana pembangunan. Namun ketika bencana gempa bumi itu terjadi maka usaha-usaha pembangunan yg sudah dilakukan akan hilang dan lenyap dalam waktu yang sangat singkat. Kejadian bencana alam tidak dapat dicegah dan ditentukan kapan dan dimana lokasinya, akan tetapi pencegahan jatuhnya korban akibat bencana ini dapat dilakukan bila terdapat cukup pengetahuan mengenai sifat-sifat bencana tersebut.

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

Secara geologi di wilayah indonesia akan banyak dijumpai sesar (*fault*) yang merupakan daerah yang rawan terhadap terjadinya gempa bumi. Beberapa sesar aktif yang terkenal di Indonesia adalah sesar Sumatra (*Great Sumatran Fault*), sesar Cimandiri di Jawa barat, sesar Palu-Koro di Sulawesi, sesar naik Flores, sesar naik Wetar, dan sesar geser Sorong.

Sesar atau patahan adalah batas lempeng dalam skala yang lebih kecil yang merupakan suatu batas yang menghubungkan 2 Blok tektonik yang berdekatan [Puspito, 2000]. Bidang sesar (fault plane) adalah sebuah bidang yang merupakan bidang kontak antara 2 blok tektonik.
Lokasi penelitian adalah propinsi Lampung yang dilalui oleh sesar Sumatra. Fakta memperlihatkan sudah banyak catatan bencana alam gempa bumi di sekitar daerah sesar Sumatera seperti gempa Liwa tahun 1932,1994, gempa kerinci 1909, 1995 yang meninggalkan kerugian jiwa dan materi yang cukup besar. Dengan adanya kenyataan ini maka langkah pemantauan potensi dan usaha mitigasi bencana jelas penting sekali untuk dilakukan, sehingga diharapkan efek negatif yang dapat ditinggalkan oleh bencana tersebut dapat direduksi jika bencana itu datang.

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 sumatra membujur dari Aceh sampai Lampung sepanjang bukit barisan. Bahkan menurut Yusuf Surahman (Peneliti BPPT) sesar sumatra tidak hanya berhenti di selat sunda, tetapi menerus sepanjang 300 km di selatan Jawa. Sesar Sumatera sangat 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°N ~ 7°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.

Para peneliti kebumian mencoba 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 dari gempa bumi ini biasanya berlangsung dalam kurun waktu puluhan sampai ratusan tahun. Bentuk analisis siklus gempa bumi dilakukan dengan cara meneliti dokumen sejarah kejadian gempa bumi, dan penelitian-penelitian geologi, geofisika seperti stratigrafi batuan, terumbu karang (*coral microattols)*, 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 menggerakan 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 terlepaskan secara aseismic dan kondisi kembali pada tahap kesetimbangan awal (permulaan *earthquake cycle* yang baru).

Sampai saat ini, meskipun pakar-pakar gempa telah berhasil mengukur kekuatan gempa, lokasi episentrum, hingga pergerakan lempengnya serta perkiraan laju penumpukan energinya, peramalan gempa secara tepat masih sulit dilakukan karena fenomena gempa adalah unik untuk lokasi tertentu. Banyak cerita sukses tentang prediksi gempa yang telah dilakukan oleh para pakar gempa, tetapi banyak juga yang gagal. Prediksi gempa secara tepat akan dapat dilakukan jika lokasi yang diteliti telah dipahami secara baik karakteristiknya. Oleh karena itu upaya pemantauan potensi dan mitigasi gempa bumi yang dilakukan baik secara global ataupun secara parsial sangat penting untuk dilakukan.

Studi Geodetik Aktivitas Sesar Dengan 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.

GPS memiliki spektrum ketelitian yang bervariasi, dari yang biasa biasa saja (orde meter) sampai yang sangat teliti (orde milimeter) dengan konsistensi yang tinggi baik secara spasial maupun temporal. 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 penentuan posisi yang digunakan dan strategi pengolahan data yang diterapkan.

Untuk kasus studi geodetik aktifitas sesar, tentunya dibutuhkan peralatan, metode penentuan posisi, dan strategi pengolahan data yang memadai karena diharapkan dapat memberikan nilai vektor pergerakan dengan tingkat presisi sampai beberapa mm. Dengan kemampuan dan konsistensi yang dimiliki GPS maka diharapkan besarnya pergerakan sesar yang kecil dan lamban akan dapat terdeteksi dengan baik.

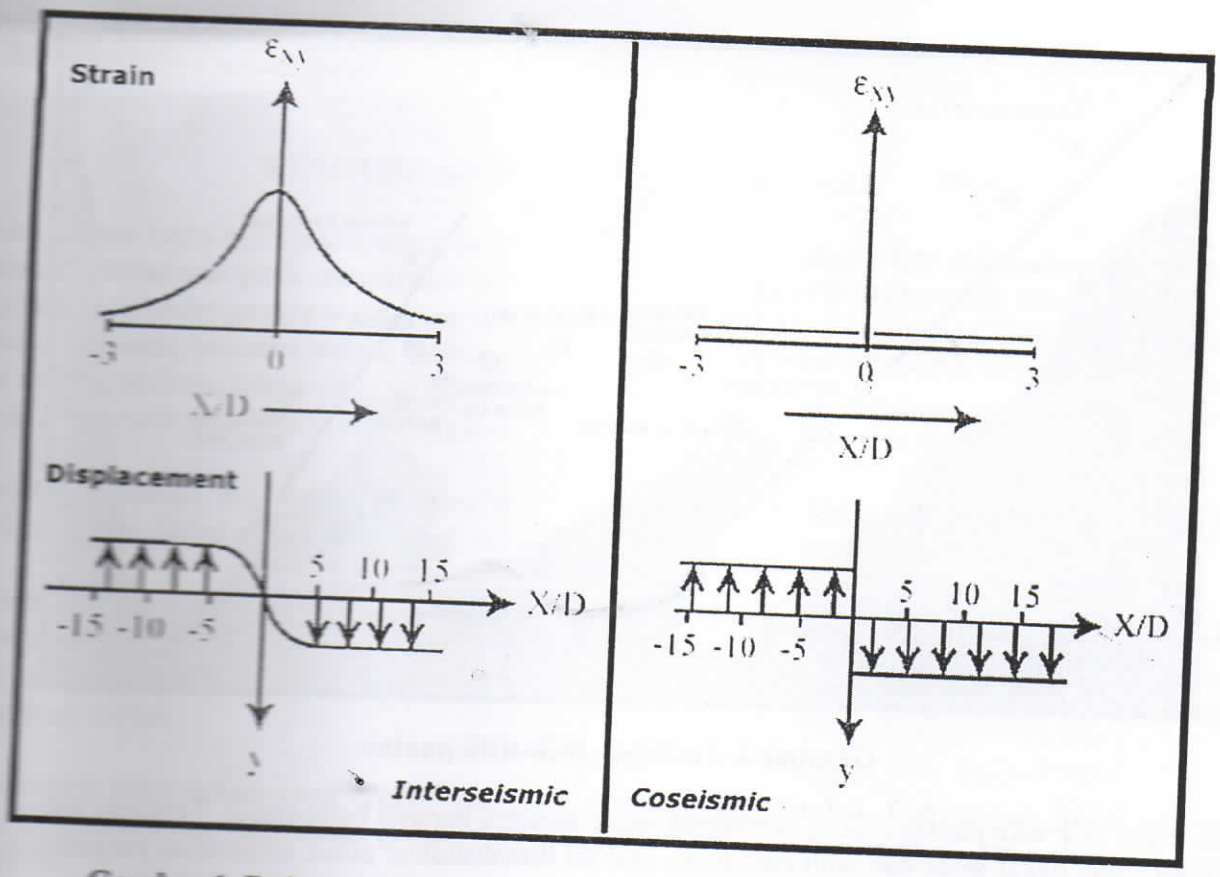
Prinsip penentuan aktivitas sesar dengan metode survei GPS adalah dengan cara menempatkan beberapa titik di beberapa lokasi yang dipilih, secara periodik ditentukan koordinatnya secara teliti dengan menggunakan metode survei GPS.

METODOLOGI PENELITIAN

Aktifitas studi ini dimulai dengan mendesain konfigurasi jaringan titik-titik pantau yang akan digunakan untuk pengamatan pergerakan sesar pada fase *Iterseismic* akibat dari aktifitas tektonik. Hal ini pada dasarnya ditujukan untuk mendesain konfigurasi jaring pemantuan dan perencanaan pengamatan yang optimal. Hal tersebut dilakukan dalam rangka penentuan parameter-parameter deformasi (pergeseran dan tensor regangan) dengan tingkat keakuratan, sensitivitas, kepresisian dan keterhandalan yang tinggi serta biaya pelaksanaan yang rendah.

Tahap selanjutnya, setelah desain konfigurasi jaringan titik-titik pantau dibuat dan dipasang adalah tahap pengamatan. Pengamatan dilakukan dengan metode statik selama kurang lebih 10 jam pada masing-masing titik pantau. Data yang diperoleh dari pengamatan survei GPS selanjutnya diolah dan dianalisis menggunakan perangkat lunak ilmiah *Bernesse 4.2* untuk mendapatkan posisi dengan ketelitian pada level mm.

Titik-titik pantau tersebut nantinya secara periodik (satu tahun sekali) dilakukan pengamatan kembali untuk mengetahui karakteristik pergeseran yang terjadi. Dengan mempelajari pola dan kecepatan perubahan koordinat dari titik-titik pantau tersebut dari survei yang satu ke survei berikutnya, kemudian bersama data-data penunjang lainnya di modelkan secara matematis (menggunakan teori deformasi elastic).



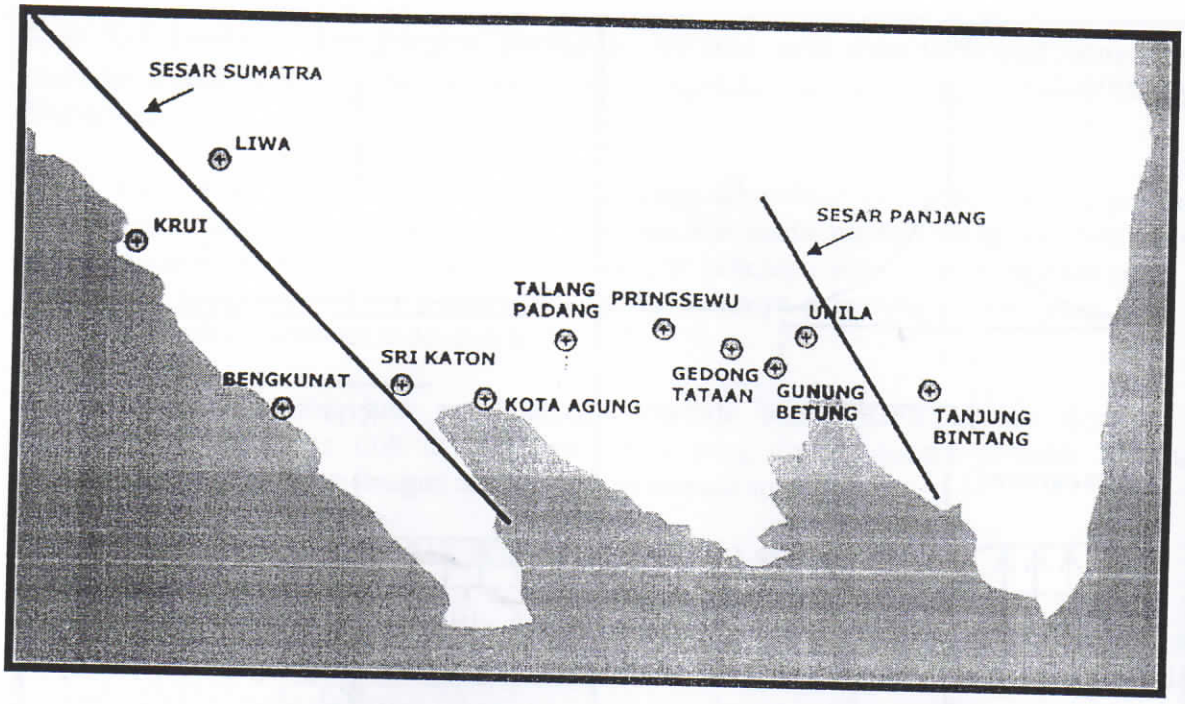
Gambar 1. Deformasi pada model *Elastic Halfspace* dalam satu siklus gempa

Penerapan model deformasi elastis dalam hal ini penggunaan model *Elastic Halfspace* (Okada, 1992) seperti pada gambar 1 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.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan saat ini adalah tahapan pertama dimana aktifitas yang dilakukan adalah mendesain dan memasang jaringan titik titik pantau serta melakukan pengamatan GPS untuk yang pertama kalinya. Titik-titik pantau tersebut nantinya secara periodik (satu tahun sekali) dilakukan pengamatan kembali untuk memperoleh karakteristik pergeseran sesar.

Hasil desain titik-titik pantau seperti pada gambar jaringan titik-titik pantau berikut ini. Terdapat 11 titik pantau yang didesain sedemikian rupa untuk optimalisasi dari segi pemantauan deformasi dan kemudahan akses. Dari desain yang dihasilkan diharapkan pergerakan yang diakibatkan oleh lempeng dan sesar Sumatra dapat terpantau dengan baik. Pemasangan titik pantau di Liwa untuk memprediksi kemungkinan perulangan gempa yang terjadi di Liwa.



Gambar 2. Jaringan titik-titik pantau

Jaringan titik titik pantau dibuat memotong sesar sumatra berarah barat-timur. Terdapat lokasi titik pantau dekat sesar dan jauh dari sesar. Hal ini dimaksudkan untuk memantau pergerakan *near* dan *far-field velocity*-nya.

Tabel Koordinat Titik-titik Pantau Hasil Pengamatan GPS

Nama Titik	Lintang (S)	Bujur (E)	Keterangan
UNILA	5 21 49.9900	105 14 32.980	Kampus UNILA
8201	5 27 15.5984	105 29 10.059	SDN 1 Talang Jawa
BTS19	5 25 11.0349	105 11 8.00966	Gunung Betung
TATA	5 22 59.3205	105 06 15.720	SMUN 1 Gedongtataan
SEWU	5 21 3.65257	104 58 6.96191	SMUN 1 Pringsewu
PDNG	5 22 22.0839	104 46 40.1189	Mesjid Al-Istighfar Talang Padang
AGUNG	5 29 43.4452	104 37 40.5625	SDN 4 Kuripan Kota Agung
KATON	5 28 3.69137	104 27 34.7042	Balai Pekon Sri Katon
KUNAT	5 31 33.2519	104 13 59.6102	Bengkunat
KRUI	5 12 5.96288	103 56 36.3542	SMUN 1 Pesisir Tengah Krui
LIWA	5 02 19.9008	104 05 55.556	SMUN 1 Liwa

Hasil pengamatan GPS diolah menggunakan perangkat lunak ilmiah *Bernesse 4.2* yang mampu memodelkan pengaruh efek-efek ionosfer dengan baik sehingga diharapkan dapat memberikan tingkat ketelitian posisi pada level mm. Selanjutnya dilakukan pengolahan hasil survey dengan mengikut sertakan data-data stasiun IGS yang tersebar di sekitar wilayah Asia dalam rangka memperoleh medan kecepatan dalam kerangka referensi global.

Karakteristik pergeseran sesar yang diperoleh dari survei GPS di sesar Lampung ini selanjutnya akan diintegrasikan dengan informasi histori aktivitas sesar, informasi tektonik

untuk membuat model potensi gempa
g, dan selanjutnya model ini diharapkan d

KESIMPULAN D

a alam gempa bumi merupakan suatu feno
enanaman kesadaran pada masyarakat dan
yang rawan terhadap gempa bumi yang dap
andai menyiasati bencana dalam upaya
lkan seperti jatuhnya korban dan kerugian
a terus maju meskipun berada pada wilayah

penutup makalah ini, kami dari tim p
a rekomendasi dalam upaya menyiasati ben

ala bentuk penelitian potensi dan mitigas
fisika, geologi dan lainnya untuk mempel
m upaya mendapatkan metode dalam meng
atian yang serius.

unya sistem penyuluhan yang efektif bag
sikan tentang apa dan bagaimana gempa bu
bencana.

uk mendukung rekomendasi pertama dan
daknya kelompok kerja yang mempunyai
nbaga atau kelompok kerja semacam ini b
yebaran informasi.

RW (Rencana Tata Ruang Wilayah) HAR
disi daya dukung alam termasuk potensi ka
RD, LSM, dan masyarakat luas HARUS m
nsip pembangunan dan pengembangan wila

DAFTAR PU

Hz. Dkk. "Studi Geodetik Sesar Lembang"
Teknik Geodesi Institut Teknologi Bandu

Hz. Dkk . "Studi Geodinamika Daerah Su
Geodesi Departemen Teknik Geodesi Inst

s H., D.A. Sarsito, M.Irwan, H.Z.Abidin,
Seismic dan Post-Seismic Horizontal D
Status Geometrik Data Spasial Wilayah A
Geodesi Departemen Teknik Geodesi Inst

G, "Basics of the GPS Technique: Observat
University of Newcastle, United Kingdom

di sekitar sesar sumatara wilayah
pa membantu upaya mitigasi.

AN SARAN

mena yang wajar dalam dinamika bumi ini.
aparatur pemerintah bahwa kita hidup di
at datang kapan saja. Dengan demikian kita
meraduksi efek-efek negatif yang mungkin
setiap kali bencana datang, sehingga negara
yang rawan bencana alam.

eneliti Universitas Lampung memberikan
ncana alam yang mungkin terjadi.

bencana alam baik dari bidang geodesi,
nasi karakteristik kegempaan suatu daerah
iasati fenomena gempa perlu mendapatkan

masyarakat. Penyuluhan ini di antaranya
ini terjadi, dan cara-cara untuk menghindar

kedua, perlu dibentuk suatu lembaga atau
kewenangan dan kemampuan yang besar.
kerja all out dalam bidang penelitian dan

US BENAR-BENAR disesuaikan dengan
bencanaan daerah. Pemda-pemda, DPRD-
mengontrol benar-benar penerapan prinsip-
ah daerah rawan bencana.

TAKA

. Kelompok Keahlian Geodesi Departemen
g, 2004.

lawesi dengan GPS", Kelompok Keahlian
tut Teknologi Bandung, 2004.

D. Darmawan, M. Gamal. "Implikasi Co-
splacement Gempa Aceh 2004 Terhadap
ceh dan Sekitarnya", Kelompok Keahlian
tut Teknologi Bandung, 2004.

ion Equations", Department of Geomatics,
1997