

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG

Bidang Ilmu : MIPA

LAPORAN PENELITIAN HIBAH BERSAING



| | |
|---------------------------|--------------------|
| UNIVERSITAS NEGERI PADANG | |
| TANGGAL TEL : | 11 Juni 2010 |
| NOMOR HARDA : | Hd |
| KOLEKSI : | F1 |
| NO. INVENTARIS : | 263/Hd/2010 m, (1) |
| KLASIFIKASI : | 550 Fau m.1 |

MONITORING AKTIVITAS SESAR DI SEGMENT SIANOK DAN SEGMENT SUMANI MENGGUNAKAN METODE GAYABERAT-MIKRO *TIME-LAPSE*

Oleh

Dr. Ahmad Fauzi, M.Si (Peneliti Utama)
Dr. Badrul Mustafa Kemal, DEA (Anggota Peneliti)

Dibiayai oleh
Dana DIPA PD2M Ditjen Dikti Depdiknas
Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Nomor 84/H35.2/DP2M-HB/KU/2008
Tanggal 16 April 2008

DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

UNIVERSITAS NEGERI PADANG
NOVEMBER 2008

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR

1. Judul Penelitian : **Monitoring Aktivitas Sesar Di Segmen Sianok Dan Segmen Sumani Menggunakan Metode Gayaberat-Mikro Time Lapse**

2. Ketua Peneliti

- a) Nama Lengkap : Dr. Ahmad Fauzi, M.Si
- b) Jenis Kelamin : Laki-laki
- c) NIP : 132 051 380
- d) Jabatan Fungsional : Lektor
- e) Jabatan Struktural : 1. Ketua Jurusan Fisika FMIPA UNP
2. Ketua PUSLIT PSDA-MBA, Lembaga Penelitian UNP
- f) Bidang keahlian : Fisika/Geofisika Terapan
- g) Fakultas/Jurusan : FMIPA UNP/Fisika
- h) Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang
- i) Alamat Surat : PUSLIT PSDA-MBA, Lembaga Penelitian UNP
- j) Alamat rumah : Jl. Barabah No.1 Kel.Air Tawar Barat, Kota Padang
- k) Telp/Faks : 0751-443450
- l) HP : 0812 6641 580
- m) E-mail : afz_id@yahoo.com
- n) Tim peneliti

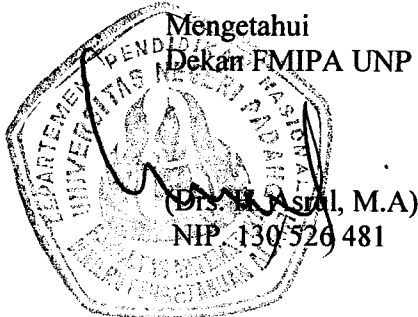
| No | Nama dan Gelar Akademik | Bidang Keahlian | Jurusan/ Fakultas | Perguruan Tinggi |
|----|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------|
| 1 | Dr. Ahmad Fauzi, M.Si | Fisika/Geofisika terapan | Fisika/ FMIPA | UNP |
| 2 | Dr. Badrul Mustafa Kemal, DEA | Geofisika | Tek. Sipil/ Teknik | UNAND |

3. Pendanaan dan jangka waktu penelitian :

- a) Jangka waktu penelitian yang diusulkan : 3 tahun
- b) Biaya total yang diusulkan : Rp 150.000.000,-
- c) Biaya yang disetujui tahun I : Rp 50.000.000,-

Padang , 10 November 2008

Mengetahui
Dekan FMIPA UNP

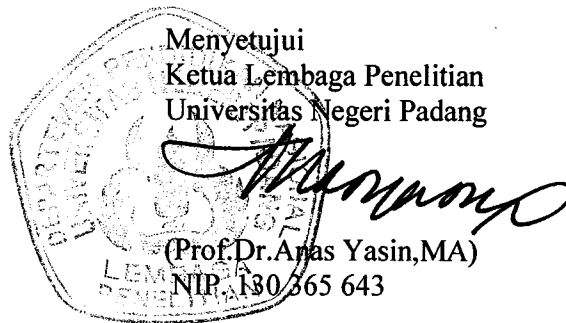


(Dr. H. Asri, M.A)
NIP. 130 526 481

Ketua Peneliti

(Dr. Ahmad Fauzi, M.Si)
NIP. 132 051 380

Menyetujui
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Negeri Padang



(Prof. Dr. Anas Yasin, MA)
NIP. 130 365 643

LAPORAN DAN SUMMARY

Aktivitas sesar di sepanjang Sesar Sumatera diyakini sebagai penyebab utama gempa-gempa yang terjadi di sepanjang pulau Sumatera. Bagaimana hubungan antara aktivitas sesar dengan kejadian gempabumi sampai saat ini belum sepenuhnya terungkap. Hasil penelitian awal menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara gerak sesar dengan pola kontur anomali gayabermikro time-lapse. Karakteristik dari pola dan distribusi anomali gayabermikro time-lapse dapat menggambarkan jenis gerakan sesar seperti *strike-slip*, *dip-slip*, *tensile* atau *oblique-slip*.

Tujuan umum penelitian adalah mempelajari perilaku dasar gerakan sesar di sepanjang pulau Sumatera khususnya di segmen Sianok dan Sumani. menggunakan metode gayabermikro terhadap ruang dan waktu (baca : anomali gayabermikro 4D atau time-lapse). Tujuan khusus penelitian adalah (1) menghitung respon teoritik dari anomali gayabermikro-time lapse yang disebabkan oleh aktivitas sesar, (2) mengembangkan model, algoritma dan pemrograman untuk mengestimasi parameter-parameter sesar (3) mengembangkan metode estimasi dari anomali yang terkontaminasi dengan bising dan (4) mengaplikasikan metode pada lapangan di Segmen Sumani dan Segmen Sianok. Tujuan (1) dan (4) sudah tercapai pada tahun 2008 dan tujuan (2) dan (3) akan dicapai pada tahun 2009.

Untuk mencapai tujuan penelitian dilakukan tiga pendekatan ilmiah yaitu studi pustaka, pemodelan dan studi kasus. Studi pustaka bertujuan untuk mendapatkan "*the state of the art*" penelitian gayabermikro dalam studi dinamika sesar serta penelitian-penelitian lain yang relevan didaerah studi kasus seperti studi neotektonik, jaringan GPS dan sejarah triangulasi. Pendekatan pemodelan bertujuan untuk membangun model ideal tentang gerakan sesar dan kemudian menghitung respon anomali-gayabermikro time-lapse secara teoritik. Pendekatan studi kasus bertujuan untuk menerapkan metode pada data lapangan. Pada tahun 2008 telah dilakukan mencakup pemodelan, pengumpulan data, pengolahan data, analisis data dan penafsiran data. Sedangkan pada tahun kedua (2009) akan dilakukan modifikasi teori, pengembangan metoda, pengumpulan data pada waktu selanjutnya.

Hasil penerapan metode pada data sintetik menunjukkan bahwa pola kontur anomali-mikro time lapse hasil pemodelan dapat menunjukkan jenis-jenis gerak sesar seperti : *strike-slip*, *dip-slip*, *tensile* dan *oblique-slip*, namun nilai anomali hasil pemodelan cukup kecil yaitu 1-3 $\mu\text{Gal}/\text{tahun}$. Ini berarti diperlukan strategi khusus dalam pengumpulan data agar anomali yang kecil tersebut dapat diukur dengan gravimeter. Hasil penerapan metode pada data lapangan menunjukkan bahwa anomali gayabermikro time lapse hasil pengamatan pada periode 2005-2008 searah dengan jalur utama Sesar Sumatera. Posisi anomali tinggi berdekatan dengan posisi episenter gempabumi tanggal 6 Maret 2007. Namun demikian, parameter-parameter yang berasosiasi dengan pergerakan sesar belum bisa diturunkan dari data lapangan karena pola kontur anomali hasil pengamatan tidak *fit* dengan pola kontur anomali hasil pemodelan. Ini berarti diperlukan pengembangan metode dan modifikasi teori pada tahap selanjutnya

untuk menentukan parameter-parameter yang berasosiasi dengan pergerakan sesar di daerah penelitian. Hasil lain yang menarik untuk dikaji adalah muka air Danau Singkarak turun sampai 8 cm selama survai tanggal 1-6 Agustus 2008 atau turun sampai 79 cm selama kurun waktu 2005-2008. Dragert (1981) mengungkapkan bahwa efek gayaberas akibat perubahan muka air danau dapat mencapai $60\mu\text{Gal}$ selama 3 tahun seperti kasus di Buttle Lake, kepulauan Vancouver, British Columbia. Bagaimana hubungan anomali gayaberas-mikro time lapse dengan perubahan muka air Danau Singkarak, sampai saat ini belum diketahui. Ini berarti diperlukan penelitian lanjutan pada tahun 2009 untuk menghitung nilai anomali gayaberas-mikro time lapse terhadap perubahan muka air Danau Singkarak. Informasi ini diperlukan untuk mengoreksi pengaruh perubahan muka air Danau Singkarak terhadap data.

Luaran penelitian pemodelan dengan judul “ *Respon Anomali Gaya-berat-Mikro Time-Lapse Secara Teoritik Yang Disebabkan Oleh Aktivitas Sesar* “ telah dipublikasikan dalam **Seminar dan Rapat Tahunan (SEMIRATA) BKS PTN Indonesia Wilayah Barat bidang MIPA tahun 2008** bertempat di Universitas Bengkulu tanggal 13-14 Mei 2008. Sedangkan data “ *Anomali Gayaberas-Mikro Time-Lapse periode tahun 2005-2008 Daerah Batas Antara Segmen Sianok Dan Sumani* telah dipublikasikan dalam dalam **SEMINAR NASIONAL FISIKA yang dilaksanakan di Universitas Negeri Padang tanggal 23-24 Agustus 2008**. Makalah lengkap yang berjudul “ *The time lapse microgravity anomaly is caused the activity fault in Sianok and Sumani segment*” akan diusulkan untuk diterbitkan dalam salah satu jurnal terakreditasi pada akhir tahun kedua. Hasil penelitian diharap dapat digunakan oleh instansi terkait sebagai usaha mitigasi bencana gempabumi pada masa mendatang di daerah penelitian

PRAKATA

Kegiatan penelitian mendukung pengembangan ilmu serta terapannya. Dalam hal ini, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang berusaha mendorong dosen untuk melakukan penelitian sebagai bagian integral dari kegiatan mengajarnya, baik yang secara langsung dibiayai oleh dana Universitas Negeri Padang maupun dana dari sumber lain yang relevan atau bekerja sama dengan instansi terkait.

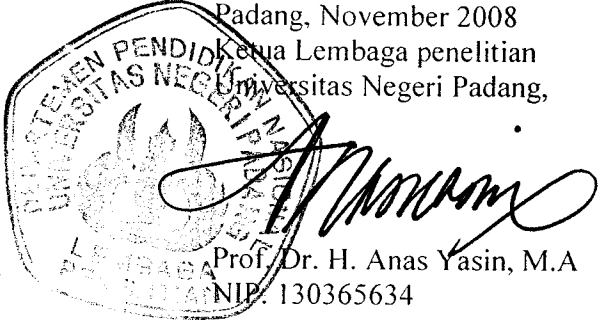
Sehubungan dengan itu, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang bekerjasama dengan Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Ditjen Dikti Depdiknas dengan surat perjanjian Nomor: 84/H35.2/DP2M-HB/KU/2008 tanggal 16 April 2008, dengan judul *Monitoring Aktivitas Sesar Di Segmen Sianok Dan Segmen Sumani Menggunakan Metode Gayaberat-Mikro Time Lapse*.

Kami menyambut gembira usaha yang dilakukan peneliti untuk menjawab berbagai permasalahan pembangunan, khususnya yang berkaitannya dengan permasalahan penelitian tersebut diatas. Dengan selesainya penelitian ini, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang telah dapat memberikan informasi yang dapat dipakai sebagai bagian upaya penting dalam peningkatan mutu pendidikan pada umumnya. Disamping itu, hasil penelitian ini juga diharapkan memberikan masukan bagi instansi terkait dalam rangka penyusunan kebijaksanaan pembangunan.

Hasil penelitian ini telah ditelaah oleh tim pembahas usul dan laporan penelitian, kemudian untuk tujuan diseminasi, hasil penelitian ini telah diseminarkan ditingkat nasional. Mudah-mudahan penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pada umumnya, dan peningkatan mutu staf akademik Universitas Negeri Padang.

Pada kesempatan ini, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang membantu pelaksanaan penelitian ini. Secara khusus, kami menyampaikan terima kasih kepada Direktur penelitian dan Pengabdian kepada masyarakat, Ditjen Dikti Depdiknas yang telah memberikan dana untuk pelaksanaan penelitian ini. Kami yakin tanpa dedikasi dan kerjasama yang terjalin selama ini, penelitian ini tidak akan dapat diselesaikan sebagaimana yang diharapkan dan semoga kerjasama yang baik ini kan menjadi lebih baik lagi di masa yang akan datang

Terima kasih

Padang, November 2008
Kepala Lembaga penelitian
Universitas Negeri Padang,

Prof. Dr. H. Anas Yasin, M.A
NIP. 130365634

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| HALAMAN PENGESAHAN | i |
| A. LAPORAN PENELITIAN | |
| RINGKASAN DAN SUMARY | ii |
| PRAKATA | iii |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR TABEL | vi |
| DAFTAR GAMBAR | vii |
| DAFTAR LAMPIRAN | ix |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1. Latar belakang | 1 |
| 1.2. Urgensi (Keutamaan) Penelitian | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1. State of art bidang metode gayaberat-mikro time-lapse | 4 |
| 2.2. Hasil yang sudah dicapai | 6 |
| 2.3. Studi pendahuluan yang sudah dilaksanakan | 12 |
| BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN | |
| 3.1. Tujuan penelitian | 21 |
| 3.2. Manfaat penelitian | 23 |
| BAB IV METODE PENELITIAN | |
| 4.1. Lokasi penelitian | 24 |
| 4.2. Alat dan Bahan Penelitian | 25 |
| 4.3. Teknik Pengumpulan Data | 27 |
| 4.4. Teknik Pengolahan data | 32 |
| 4.5. Teknik Analisa dan Penafsiran data | 34 |
| BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN | |
| 5.1. Hasil Penelitian | 36 |
| 5.2. Pembahasan | 49 |
| BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 6.1. Kesimpulan | 55 |
| 6.2. Saran | 55 |
| DAFTAR PUSTAKA | 56 |
| LAMPIRAN | 61 |
| B. DRAF ARTIKEL ILMIAH | 98 |
| C. SINOPSIS PENELITIAN LANJUTAN | 116 |

DAFTAR TABEL

| | halaman | |
|-----------|--|----|
| Tabel 2.1 | Evolusi gayaberat di Blok Qinghai-Xizang, Cina, selama 1992-2001 | 5 |
| Tabel 2.2 | Parameter-parameter sesar menggunakan model prisma sisi tegak | 8 |
| Tabel 2.3 | Nilai gayaberat-mikro pada saat τ_1 dan τ_2 serta peta anomali gayaberat-mikro time-lapse selang waktu $\Delta\tau=\tau_2-\tau_1$ dari model prisma sisi tegak | 9 |
| Tabel 2.4 | Nilai maksimum dari anomali gayaberat-mikro time-lapse yang disebabkan oleh laju slip sebesar 5m/tahun dan 23mm/tahun menggunakan model prisma sisi tegak | 11 |
| Tabel 2.5 | Parameter-parameter sesar di segmen Sumani. | 14 |
| Tabel 2.6 | Parameter-parameter sesar di segmen Sianok. | 14 |
| Tabel 4.1 | Alat-alat yang digunakan dalam penelitian | 25 |
| Tabel 4.1 | Bahan-bahan penelitian | 27 |
| Tabel 6.1 | Nama-nama stasiun yang tidak diikuti dalam pengolahan data | 50 |

DAFTAR GAMBAR

| | halaman | |
|------------|--|----|
| Gambar 1.1 | Gambar 1(a) Peta anomali gayaberat-mikro lokal di Nagari Gunung Rajo dan sekitarnya ((<i>Ahmad Fauzi dan Syafriani, 2005</i>), (b) posisi pusat gempabumi tanggal 6 Maret 2007 | 2 |
| Gambar 2.1 | Geometri sesar dan laju slip berdasarkan model prisma sisi tegak | 7 |
| Gambar 2.2 | Pola anomali gayaberat-mikro time-lapse disebabkan oleh pergerakan sesar komponen (a) <i>strike-slip</i> , $x=23\text{mm/tahun}$, (b) <i>dip-slip</i> , $y=23\text{mm/tahun}$, (c) <i>tensile</i> , $z=23\text{mm/tahun}$, dan (d) <i>oblique-slip</i> , $x=23\text{mm/tahun}$, $y=23\text{mm/tahun}$. {Interval kontor : $0,8\mu\text{Gal}$ untuk (a),(b),(d) dan $0,08\mu\text{Gal}$ untuk (c); koordinat dalam km, jarak antar titik amat adalah $0,5\text{ km}$ } | 10 |
| Gambar 2.3 | Sebuah hipotesis tentang evolusi graben Singkarak merepresentasikan offset total dari Segmen Sumani dan Sianok (<i>Sumber: Sieh and Natawidjaya, 2000</i>) | 16 |
| Gambar 2.4 | Komponen laju slip di segmen Sumani dan Sianok diturunkan dari data triangulasi dan GPS (<i>Sumber : Prawirodirdjo, dkk., 2000</i>) | 17 |
| Gambar 2.5 | Penampang laju slip, kedalaman dan jarak-ortogonal sesar di segmen Sumani dan segmen Sianok (<i>Sumber : Genrich, dkk., 2000</i> , Kode S0.4 dan S0.8 melambangkan segmen Sumani dan Sianok) | 17 |
| Gambar 2.6 | Penampang sesar di segmen Sumani diturunkan dari penampang anomali gayaberat menggunakan teknik dekonvolusi (<i>Sumber : Fauzi, dkk., 2000</i>) | 19 |
| Gambar 2.7 | Gambar 2.7. Peta anomali gayaberat-mikro lokal tahun 2005 setelah dikombinasikan dengan peta jalan di daerah penelitian. Daerah yang terletak di dalam kotak berwarna merah (Nagari Gunung Rajo) diduga sebagai sesar utama | 20 |
| Gambar 4.2 | Lokasi penelitian | 24 |
| Gambar 4.2 | (a) Alat-alat ukur, (b) Alat transportasi | 25 |
| Gambar 4.3 | Lokasi titik pangkal tingkat II (a) BMG TBG, (b) BMG PP | 29 |
| Gambar 4.4 | Lokasi stasiun pangkal pembantu (a) REKTORAT, (b) LABFIS, (c) SKA dan (d) BS. | 30 |
| Gambar 5.1 | Peta geologi lembar Solok dan Padang (<i>Sumber : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G), Bandung</i>) | 34 |
| Gambar 5.2 | Nilai gayaberat efek tide pada tanggal (a) 2 Agustus 2008, (b) 3 Agustus 2008, (c) 4 Agustus 2008, dan (d) 5 Agustus 2008 | 40 |
| Gambar 5.3 | Nilai gayaberat efek drift pada tanggal (a) 2 Agustus 2008, (b) 3 Agustus 2008, (c) 4 Agustus 2008, (d) 5 Agustus 2008 | 41 |
| Gambar 5.4 | Data curah hujan rata-rata didaerah selatan Danau Singkarak pada tanggal 1 Juli s/d 5 Agustus tahun 2008 (<i>Sumber : Intake Malalo, Komplek PLTA Singkarak, Kecamatan Batipuh Selatan, Kabupaten Tanah Datar</i>). Waktu yang | 42 |

diberi tanda kotak garis putus putus adalah waktu penelitian ini dilakukan yang mengindikasikan musim panas.

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 5.5 | Data perubahan muka air Danau Singkarak yang diukur setiap jam selama survai atau selama 120jam.. | 43 |
| Gambar 5.6 | Posisi muka air Danau Singkarak (a) menunjukkan angka 361,80 m pada tanggal 1-23 November 2005 dan (b) angka 361,02 m pada tanggal 2-5 Agustus 2008. | 44 |
| Gambar 5.7 | Peta anomali gayabarat mikro lokal tahun 2008 setelah dikombinasian dengan peta jalan | 45 |
| Gambar 5.8 | Peta Anomali gayabarat mikro time lapse periode 2005-2000 | 48 |
| Gambar 5.9 | Peta anomali gayabarat-mikro time lapse setelah dikombinasikan dengan peta geologi daerah penelitian | 51 |
| Gambar 5.10 | Posisi epicenter gempabumi tanggal 6 Maret 2007 versi USGS. | 52 |

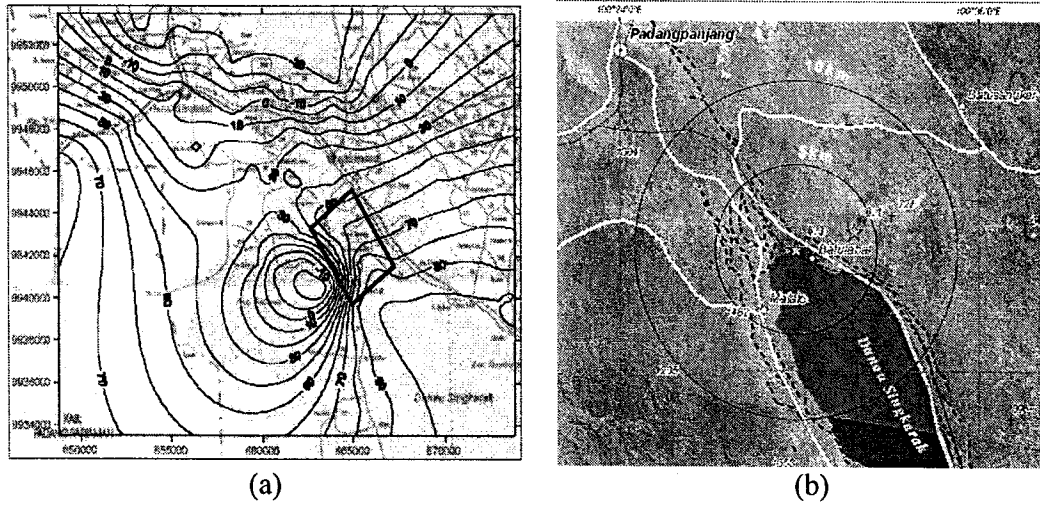
DAFTAR LAMPIRAN

| | halaman |
|--|---------|
| Lampiran A Data gayabarat-mikro di segmen Sumani dan Segmen sianok | 61 |
| Lampiran B Data perubahan air Danau Singkarak | 78 |
| Lampiran C Personalia penelitian | 79 |
| Lampiran D Foto-foto beberapa stasiun di daerah penelitian | 81 |
| Lampiran E MoU antara UNP dan BMG serta MoA antara Jurusan Fisika FMIPA UNP dan Koordinator BMG Sumatera Barat | 88 |

BAB I PENDAHULUAN

1. 1 Latar Belakang

Kejadian gempa bumi di Sumatera Barat pada tanggal 6 Maret 2007 tidak hanya mengejutkan masyarakat awam tetapi juga para ilmuwan karena daerah tersebut baru saja dilanda gempa bumi besar pada tanggal 21 Juni 2004 yang lalu. Sepanjang tercatat sejarah, di daerah tersebut telah terjadi tiga kali gempa bumi besar yaitu tahun 1822, 1926 dan 1943. Sebetulnya, Kemal dan Fauzi (2001) telah mengungkapkan bahwa selagi geodinamika pulau Sumatera masih berjalan, maka gempa bumi akan selalu terjadi di masa mendatang dengan berbagai ukuran, kekuatan dan kedalaman sumbernya. Kejadian gempa bumi tektonik pada tanggal 6 Maret 2007 seakan-akan menegaskan pernyataan tersebut. Gempa bumi yang berpusat pada posisi 0,53S dan 100,53 E pada kedalaman 30 km berkekuatan $M=6,3$ versi USGS meluluh lantakan daerah –daerah disekitar kecamatan batipuah kabupaten tanah datar Nagari Gunung Rajo. Survai lapangan pada hari kedua pasca gempa menunjukkan bahwa Nagari Gunung Rajo, adalah nagari yang mengalami kerusakan terparah. Sebelumnya kejadian gempa bumi, Fauzi dan Syafriani (2005a & 2005b) telah mengidentifikasi keberadaan sebuah anomali gayaberat-mikro yang telah diduga sebuah sesar besar di Nagari Gunung Rajo yang diperlihatkan pada Gambar 1(a) dan dibandingkan dengan posisi pusat gempa bumi pada tanggal 6 Maret 2007 seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1(b).



Gambar 1(a) Peta anomali gayaberat-mikro lokal di Nagari Gunung Rajo dan sekitarnya ((Ahmad Fauzi dan Syafriani, 2005), (b) posisi pusat gempa bumi tanggal 6 Maret 2007.

Widiantoro (2007) mengungkapkan bahwa prediksi gempa bumi: kapan (t)? di mana (x,y)? berapa besar (M)? dan berapa dalam (h)? adalah sangat sulit karena variabelnya sangat komplek sehingga gempa belum berhasil diprediksi terutama untuk jangka pendek. Usaha mitigasi bahaya gempa dan prediksi gempa perlu terus ditingkatkan. Salah satu adalah melakukan monitoring aktivitas sesar secara terus menerus. Adanya korelasi antara peta anomali gayaberat-mikro lokal dengan posisi pusat gempa tanggal 6 Maret 2007 seperti diperlihatkan pada Gambar 1 menunjukkan bahwa metoda gayaberat-mikro time-lapse atau (time-lapse) dapat digunakan untuk memantau aktivitas sesar secara jangka panjang. Luaran hasil penelitian diharapkan dapat digunakan oleh pihak-pihak terkait seperti Perguruan Tinggi, Lembaga Penelitian dan Pemda sebagai sumber informasi ilmiah bagi usaha mitigasi bencana gempabumi di masa-masa mendatang di daerah peneliian.

1.2. Urgensi (Keutamaan) Penelitian

Ada empat alasan pokok pemilihan daerah studi kasus dan pentingnya penelitian adalah (1) di segmen Sumani dan segmen Sianok (atau segmen Singkarak) sudah terjadi 5 kali gempa bumi besar yang merusak tahun 1822, 1926, 1943, 2004, 2007, (2) terdapat Stasiun BMG di Padang Panjang yang menjadi mitra Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang dalam memantau aktivitas sesar secara kontinu dan konsisten, (3) pergerakan sesar di segmen Sumani dan Sianok cukup tinggi yaitu 23 mm/tahun, sehingga potensi gempa bumi pada masa mendatang sangat tinggi, (4) telah dikumpulkan data awal berupa peta anomali gayaberat-mikro lokal sebelum kejadian gempa bumi tahun 2005 sehingga sudah tersedia data *base line*. Sebagai salah satu tindak lanjut dari penelitian hasil hibah bersaing ini maka telah dilakukan Kesepakatan Bersama (MoU) antara UNP dan BMG Pusat No:597/H35.1.5.4/KS/2008 dan No: HK.303/722/XI/PPI-2008 tertanggal 24 September 2008 dan Perjanjian Kerjasama (MoA) antara Jurusan Fisika UNP dengan Koordinator BMG Sumatera Barat pada tanggal yang sama. Ini berarti monitoring aktivitas sesar di sepanjang Pulau Sumatera khususnya di segmen Sumani dan Sianok akan dapat dilakukan secara terus menerus dengan bantuan peralatan dari BMG Pusat, Jakarta.

BAB II STUDI PUSTAKA

2.1 State of art dalam bidang metode gayaberat-mikro time-lapse

Dalam waktu lima tahun terakhir telah terjadi perkembangan sangat mengesankan dalam bidang gayaberat khususnya untuk proses monitoring. Hal ini dibuktikan dengan telah diterapkan metode tersebut pada berbagai proses monitoring seperti injeksi uap (Fauzi, 2006), injeksi air (Santoso, dkk., 2004), amblesan dan penurunan airtanah di Semarang (Kadir, dkk., 2004). Perkembangan dalam bidang gayaberat dipicu oleh peningkatan dalam ketelitian alat dan perbaikan dalam teknik survai. Saat ini ketelitian alat ukur gayaberat telah meningkat dari mGal ke μ Gal sehingga metode ini di kenal sebagai metode gayaberat-mikro (*microgravity*). Sedangkan perbaikan dalam teknik survai ditandai dengan perubahan dari survai 3D menjadi survai time-lapse dimana waktu adalah dimensi ke-4, sehingga metode ini dikenal dengan nama metode gayaberat-mikro time-lapse atau gayaberat-mikro *time-lapse*. Dengan kemampuan seperti ini, metode gayaberat-mikro menjadi alternatif baru dalam memecahkan masalah-masalah dinamika di bawah permukaan seperti pemantauan reservoir panas bumi (Allis dan Hunt, 1986; Akasaka dan Nakanishi, 2000; Kamah dkk., 2000), injeksi air (Santoso dkk, 2004), gas (van Galderen dkk., 1999) dan amblesan (Branston dan Styles, 2003; Kadir dkk., 2004). Namun hingga kini, bagaimana penerapan metoda gayaberat-mikro time-lapse untuk monitoring aktivitas sesar belum pernah dipublikasikan, sehingga penelitian ini adalah yang

pertama di Indonesia dalam menerapkan metoda gayaberat-mikro time-lapse untuk proses monitoring aktivitas sesar.

Peneliti-peneliti di luar negeri telah lama menggunakan metoda gayaberat untuk mendeteksi pergerakan sesar khususnya sebelum dan setelah kejadian gempabumi. Barnes (1966) melaporkan survei sebelum dan setelah gempabumi Alaska tahun 1964 mengindikasikan pertambahan gayaberat lebih dari 200 μ Gal. Kisslinger (1975) melaporkan variasi gayaberat sebesar 80 μ Gal selama gempabumi “swarm” di Matsushiro, Jepang, sepanjang tahun 1965-1967. Hagiwara (1978) telah mengukur perubahan gayaberat sebesar 30 μ Gal sebagai tanda-tanda gempabumi di Izu Peninsula, Jepang antara tahun 1974-1976. Chen et.al., (1979) melaporkan perubahan gayaberat sebesar -325 μ Gal dan +165 μ Gal yang mendahului gempabumi Haicheng tahun 1975 dan gempabumi Tangshan tahun 1976 secara berturut-turut. Yoshida, et.al., (1999) menunjukkan terdapat perubahan gayaberat sampai 30 μ Gal sebelum dan setelah kejadian gempabumi “swarm” Izu Peninsula, Jepang, pada tahun 1997 dan gempabumi ini berhubungan dengan aktivitas sesar Kita-Izu. Penelitian yang lebih rinci dari Yi-qing, dkk., (2004) menunjukkan bahwa terdapat evolusi gayaberat dalam ruang dan waktu (baca : anomali gayaberat-mikro time-lapse) dengan aktivitas gempabumi selama 1992-2001 di Blok Qinghai-Xizang, dan hasilnya ditampilkan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1. Evolusi gayaberat di Blok Qinghai-Xizang, Cina, selama 1992-2001

| Periode pengamatan | Amplitudo $\Delta g(\mu\text{Gal})$ | Magnitudo gempabumi |
|--------------------|-------------------------------------|---|
| 1992~1994 | -10 ~ +25 | $M_s = 5\sim 6$ Wuwei, Yongdeng dan Lanzhou |
| 1995~1996 | -20 ~ +40 | $M_s = 5,8$ Yongdeng, $M_s = 5,4$ Tianzhu |
| 1997~1998 | -40 ~ +30 | $M_s = 4,6$ Haiyuan, $M_s = 4,6$ Zhongning |
| 1999~2000 | -30 ~ +30 | $M_s = 5,9$ Jingtai |
| 2000~2001 | -30 ~ +30 | |

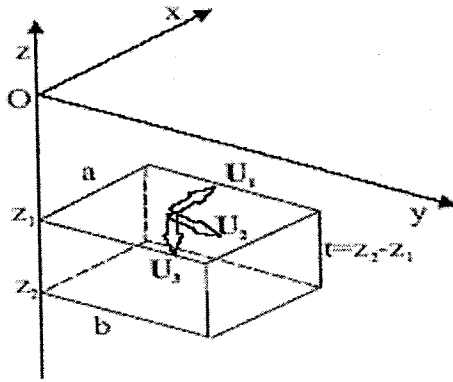
(Sumber : Yi-Qing, 2004)

Peristiwa gempabumi yang selalu terjadi berulang di sepanjang Sesar Sumatera khususnya di segmen Sumani dan Sianok hendaknya mendapat perhatian yang serius dari berbagai pihak karena telah banyak menelan korban jiwa dan harta. Penerapan metoda gayaberat-mikro time-lapse untuk memantau aktivitas sesar di daerah tersebut adalah penting dan mendesak mengingat di daerah tersebut telah pernah terjadi 5 kali gempabumi besar yaitu tahun 1822, 1926, 1943, 2004, dan 2007. Hasil penelitian ini akan memberi kontribusi penting terhadap perkembangan IPTKES khususnya teknologi monitoring gempa bumi sebagai upaya mitigasi bencana alam gempabumi.

2.2 Hasil yang sudah dicapai

Untuk membayangkan pergerakan sesar di segmen Sumani dan segmen Sianok, peneliti utama telah mengusulkan sebuah model prisma sisi tegak dan model dislokasi elastik sesar. Model prisma sisi tegak telah digunakan oleh beberapa peneliti-peneliti untuk memodelkan injeksi uap (Fauzi, 2006; Fauzi, dkk., 2005; Fauzi, dkk., 2004), waterflood (Hare, dkk., 1999) dan amblesan tanah di Semarang (Kadir, dkk., 2004).

Sebuah sesar dalam koordinat Kartesian berdasarkan model prisma sisi tegak dapat dilihat pada Gambar 2.1 dan sumbu-x adalah sejajar terhadap arah *strike* dari sesar. Besaran U_1 , U_2 , U_3 merupakan komponen *strike-slip*, *dip-slip*, dan *tensile* dari sesar dimana a adalah panjang sesar, b adalah lebar sesar, z_1 dan z_2 adalah kedalaman atas dan bawah dari sesar dan $t = z_2 - z_1$ adalah ketebalan sesar.



Gambar 2.1. Geometri sesar dan laju slip berdasarkan model prisma sisi tegak.

Rumusan teoritik gayaberat yang disebabkan oleh prisma sisi tegak telah diturunkan oleh Plouff (1976) dan dapat ditulis sebagai berikut

$$g(x, y, z) = G\rho \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^2 s \left[z_k \tan^{-1} \frac{a_i b_j}{z_k R_{ijk}} - a_i \ln(R_{ijk} + b_j) - b_j \ln(R_{ijk} + a_i) \right] \quad (2-1)$$

dimana $R_{ijk} = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$, $s = s_i s_j s_k$, $s_1 = -1$ dan $s_2 = +1$, G adalah konstanta gayaberat umum, dan ρ adalah rapat massa. Perubahan gayaberat yang disebabkan oleh pergerakan sesar komponen *strike-slip*, *dip-slip*, *tensile* dan *oblique-slip* dapat didekati dengan cara mengubah koordinat prisma ke arah sumbu-x, sumbu-y atau sumbu z dan bidang-xy. Selisih antara nilai gayaberat sebelum dan setelah perubahan koordinat prisma disebut anomali gayaberat-mikro time-lapse yang berasosiasi sebagai pergerakan sesar.

Peneliti utama menurunkan algoritma pada pers.(2-1) dalam bahasa MATLAB versi 7.0.1.24704 (Release 14). Algoritma pemograman dapat dilihat pada lampiran C. Untuk aplikasi pada sintetik, sebuah model sesar dari prisma sisi tegak yang digunakan untuk memodelkan gerak sesar. Parameter-parameter sesar adalah panjang sesar 25 km, lebar sesar adalah 20 km, kedalaman atas sesar adalah 0,5 km, kedalaman bawah sesar adalah 20 km, luas area adalah 60 km x 60 km, jarak antar stasiun adalah 0,5 km, jumlah total stasiun adalah 120x120 titik, rapat massa batuan diasumsikan 1 g/cm³ dan laju slip diasumsi 5 m/tahun. Untuk lebih jelasnya, parameter-parameter sesar yang digunakan untuk menghitung respon gayabarat-mikro secara teoritik dapat dilihat pada Tabel 2.2.

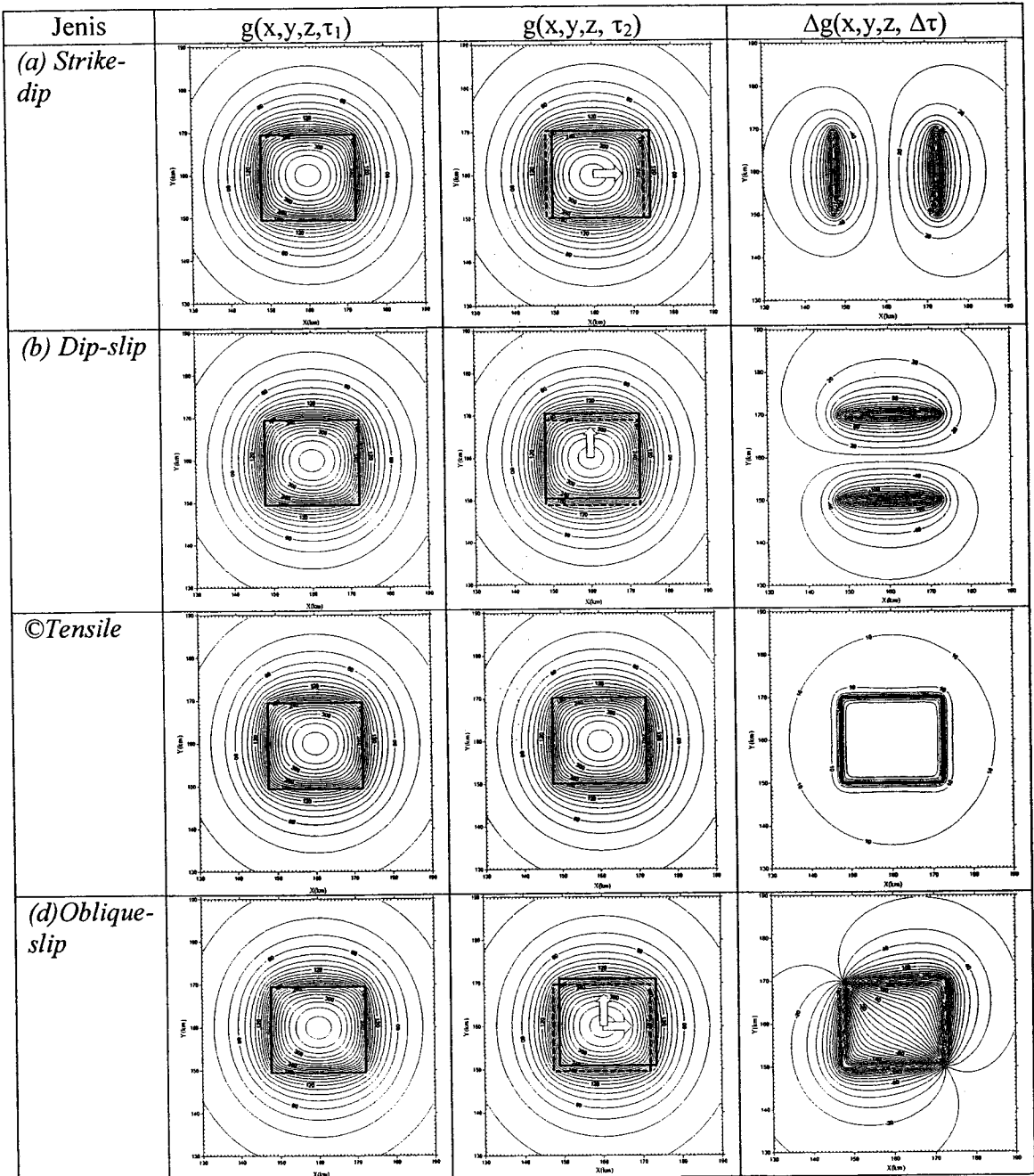
Tabel 2.2 Parameter-parameter sesar menggunakan model prisma sisi tegak

| Parameter sesar | a (km) | b (km) | z ₁ (km) | z ₂ (km) | U ₁ (m/tahun) | U ₂ (m/tahun) | U ₃ (m/tahun) |
|---------------------|--------|--------|---------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <i>Strike-slip</i> | 25 | 20 | 0,5 | 20 | 5 | 0 | 0 |
| <i>Dip-slip</i> | 25 | 20 | 0,5 | 20 | 0 | 5 | 0 |
| <i>Tensile</i> | 25 | 20 | 0,5 | 20 | 0 | 0 | 5 |
| <i>Oblique-slip</i> | 25 | 20 | 0,5 | 20 | 5 | 5 | 0 |

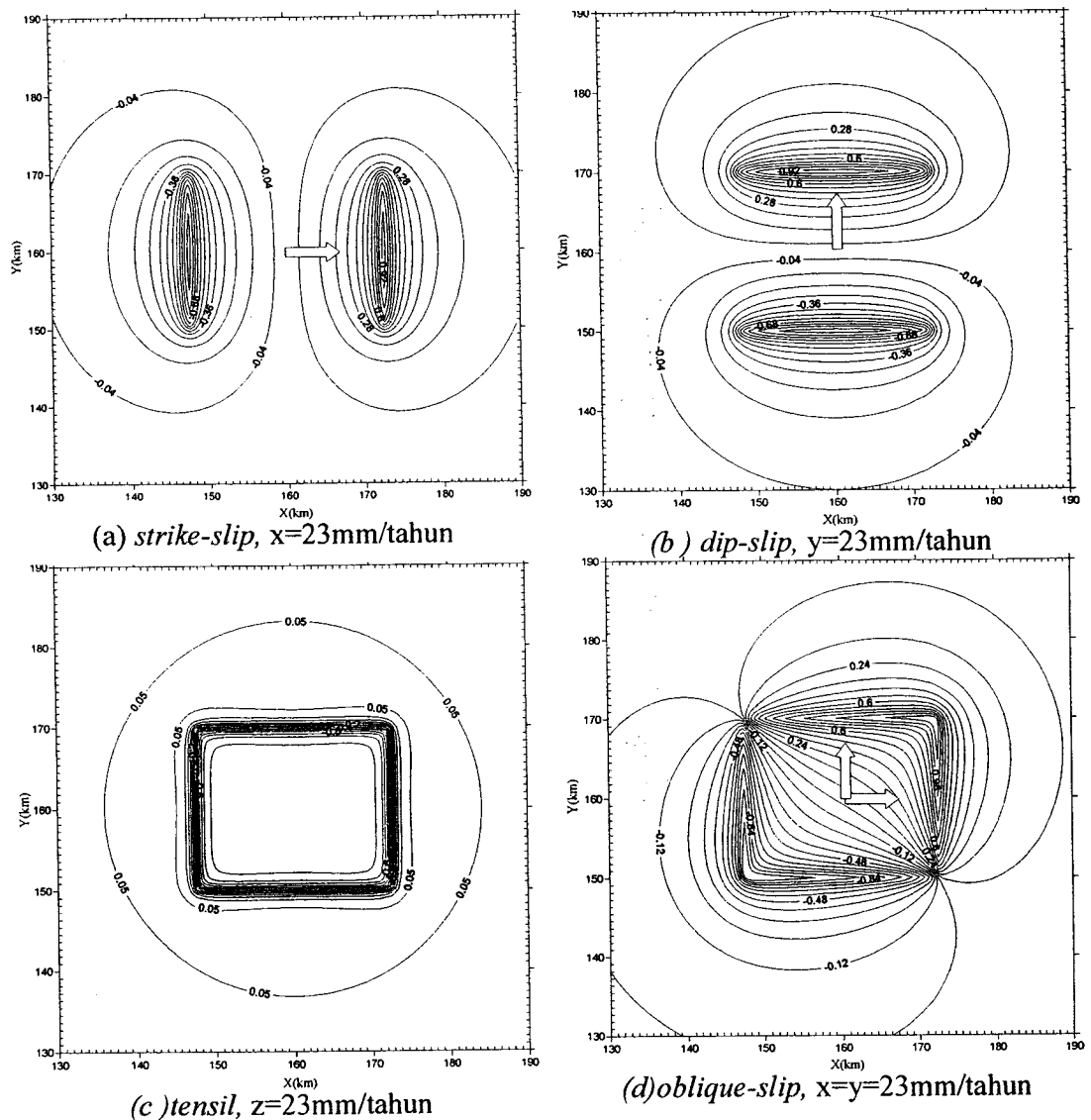
Untuk membayangkan gerakan sesar menggunakan prisma sisi tegak sesuai dengan parameter-parameter sesar pada Tabel 2.2, peneliti utama mengusulkan dua buah prisma sisi tegak P1 dan P2. Prisma P1 adalah model sesar sebelum bergerak pada waktu τ_1 dengan efek gayaberatnya adalah $g(x,y,z,\tau_1)$ sedangkan prisma P2 adalah model sesar setelah bergerak pada waktu τ_2 dengan efek gayaberatnya adalah $g(x,y,z,\tau_2)$. Anomali gayabarat-mikro time-lapse dalam

selang waktu $\Delta\tau = \tau_2 - \tau_1$. $\Delta g(x, y, z, \Delta\tau)$ adalah selisih antara nilai $g(x, y, z, \tau_2)$ dengan $g(x, y, z, \tau_1)$ dan hasilnya diperlihatkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Nilai gayaberat-mikro pada saat τ_1 dan τ_2 serta peta anomali gayaberat-mikro time-lapse selang waktu $\Delta\tau = \tau_2 - \tau_1$ dari model prisma sisi tegak



Salah satu kelemahan model sesar pada Tabel 2.3 adalah laju slip 5 m/tahun tidak realistis untuk studi kasus di Segmen Singkarak. Oleh karena itu peneliti utama memodifikasi laju slip menjadi 23mm/tahun sesuai kondisi daerah studi kasus. Gambar 2.2 memperlihatkan tanggapan teoritik dari peta anomali gayaberat-mikro time-lapse yang disebabkan oleh laju slip sebesar 23mm/tahun.



Gambar 2.2 Pola anomali gayaberat-mikro time-lapse disebabkan oleh pergerakan sesar komponen (a) *strike-slip*, $x=23\text{mm/tahun}$, (b) *dip-slip*, $y=23\text{mm/tahun}$, (c) *tensile*, $z=23\text{mm/tahun}$, dan (d) *oblique-slip*, $x=23\text{mm/tahun}$, $y=23\text{mm/tahun}$. {Interval kontor : $0,8\mu\text{Gal}$ untuk (a),(b),(d) dan $0,08\mu\text{Gal}$ untuk (c); koordinat dalam km, jarak antar titik amat adalah $0,5\text{ km}$ }

Hasil-hasil yang diberikan pada Gambar 2.2 mengilustrasikan bahwa kinerja perangkat lunak yang dibuat adalah cukup baik karena mampu menghitung nilai anomali gayaberasat-mikro time-lapse dengan ketelitian kurang dari 1 μGal . Pada Gambar 3 juga terlihat bahwa pola dan distribusi anomali gayaberasat-mikro time-lapse masih menggambarkan karakter dari masing-masing sesar yaitu *strike-slip*, *dip-slip*, *tensile* dan *oblique-slip*. Nilai maksimum dari anomali gayaberasat-mikro time-lapse untuk model prisma sisi tegak dan ditampilkan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Nilai maksimum dari anomali gayaberasat-mikro time-lapse yang disebabkan oleh laju slip sebesar 5m/tahun dan 23mm/tahun menggunakan model prisma sisi tegak.

| No | Komponen sesar | Nilai maksimum dari $\Delta g(\mu\text{Gal})$ | |
|----|---------------------|---|----------------------|
| | | laju slip 5m/tahun | laju slip 23mm/tahun |
| 1 | <i>Strike-slip</i> | $\pm 208 \mu\text{Gal}$ | $\pm 0,9949$ |
| 2 | <i>Dip-slip</i> | $\pm 210 \mu\text{Gal}$ | $\pm 0,9703$ |
| 3 | <i>Tensile</i> | $\pm 201 \mu\text{Gal}$ | $\pm 0,8$ |
| 4 | <i>Oblique-slip</i> | $\pm 240 \mu\text{Gal}$ | $\pm 1,1088$ |

Berdasarkan hasil-hasil pada Tabel 2.2 dapat disimpulkan bahwa anomali gayaberasat-mikro time-lapse secara teoritik yang disebabkan oleh pergerakan sesar dengan laju slip 23 mm/tahun adalah kecil yaitu 1-3 μGal /tahun baik untuk model prisma sisi tegak maupun untuk model dislokasi elastik sesar. Permasalahan sekarang nilai tersebut berada diluar batas ketelitian gravimeter baik LaCoste & Romberg tipe G 1158 dari ITB maupun gravimeter Scintrex CG-5 Autograv dari BMG. Oleh karena itu, perlu dicari strategi khusus untuk mengumpulkan data agar aktivitas sesar dapat dideteksi menggunakan metoda gayaberasat-mikro time-lapse. Hasil sementara penelitian pemodelan ini memberikan gambaran bahwa

monitoring aktivitas sesar aktif menggunakan metoda gayaberat-mikro time-lapse di sepanjang sesar Sumatera sebaiknya dilakukan dalam orde tahunan dan bukan bulanan atau triwulan. Hasil ini juga konsisten dengan penelitian lain, seperti Zhao (1995) yang mendeteksi pergerakan sesar segmen aktif di Zona Sesar Sungai Merah di Cina selang waktu 5 tahun (November 1985 s/d November 1990). Sedangkan Yi-qing, dkk., (2004) mengamati evolusi gayaberat akibat aktivitas gempa bumi di bagian barat laut blok Qinghai-Xizang, Cina selama 9 tahun (1992-2001) menggunakan interval waktu pengukuran 1-2 tahun.

2.3 Studi pendahuluan yang sudah dilaksanakan

2.3.1. Studi pustaka

Peneliti utama telah melakukan studi pustaka tentang aktivitas sesar di Segmen Singkarak. Berdasarkan studi pustaka diketahui bahwa tiga studi penting telah dilakukan di segmen Sumani dan segmen Sianok yaitu neotektonik oleh Sieh dan Natawidjaya (2000), jaringan *Global Positioning System* (GPS) oleh Genrich, dkk., (2000) dan sejarah triangulasi oleh Prawirodirdjo, dkk., (2000). Hasil penelitian ini telah dipublikasikan pada edisi khusus di *Journal of Geophysical Research* tahun 2000.

Peneliti utama mengambil istilah Segmen Singkarak berdasarkan studi fraktal dari Sukmono, dkk., (1995) yang menyatakan bahwa sesar Sumatera tersegmentasi atas 11 segmen aktif. Sedangkan studi neotektonik dari Sieh and Natawidjaya (2000) menyatakan bahwa sesar Sumatera tersegmentasi atas 19 segmen aktif sehingga dapat disimpulkan bahwa sesar Singkarak tersegmentasi

atas dua segmen aktif yaitu segmen Sumani dan segmen Sianok. Segmen Sumani terletak pada posisi $1,0^{\circ}\text{S}$ s/d $0,5^{\circ}\text{S}$. Panjang segmen ini adalah 60 km dan merentang dari daerah vulkanik Danau Diatas sampai arah baratdaya Danau Singkarak. Segmen Sianok terletak pada posisi $0,7^{\circ}\text{S}$ s/d $0,1^{\circ}\text{N}$. Panjang segmen ini adalah 90 km dan merentang dari tepi Danau Singkarak sampai katulistiwa dengan lebar 10 km didekat baratdaya Gunung Merapi dan 18 km di Danau Singkarak. Sesar Sianok dapat dengan mudah diikuti dari fotoudara dan peta tofografi berupa struktur kelurusan yang tegar membentang dari daerah Kumpulan-Bonjol sampai ke ujung utara Danau Singkarak.

Sesar Sianok menerus ke arah selatan melewati bagian timurlaut kota Padang Panjang kemudian menoreh endapan breksi dan lava Gunung Merapi di kaki lereng sebelah baratdayanya. Lebih ke selatan lagi yaitu utara Danau Singkarak terlihat ada satu pola diskontinuitas/segmentasi ditandai dengan percabangan sesar untuk kemudian berhenti ditepi utara Danau Singkarak. Tipe struktur yang mengontrol bentuk Danau Singkarak ini, berdasarkan geometrinya yang berbentuk oval diantara dua segmen sesar yang lurus, kemungkinan merupakan "negative flower structures" yang lazim dijumpai di segmen sesar Sumatera atau sistim sesar geser di dunia. Natawidjaya, dkk., (1995) beranggapan bahwa Danau Singkarak terbentuk akibat mekanisme amblesan yang diakibatkan oleh pergerakan aktif sesar Sumatera.

Sepanjang tercatat dalam sejarah, di segmen Sumani dan Sianok telah pernah terjadi tiga gempa bumi besar yaitu tahun 1822 ($M_s \sim 7$), tahun 1926 ($M_s \sim 7$) dan tahun 1943 ($M_s = 7,6$). Natawidjaya, dkk., (1995) menyatakan bahwa

ada fenomena alam yang sangat menarik antara gempabumi tahun 1926 dan 1943 yaitu kedua-duanya mempunyai dua kali kejadian gempabumi utama atau “double main shocks”. Gempabumi tahun 1926 mempunyai rekaman seismik dan informasi paling lengkap tercatat terjadi dalam dua kali gempa utama, pertama terjadi pukul 10.04 pagi tanggal 4 Agustus 1926 dan kedua terjadi sekitar 3 jam setelah gempa pertama yaitu pukul 12.57 siang hari. Gempabumi pertama tercatat mempunyai $M_s=6,75$ dan gempa kedua mempunyai $M_s=6,5$ (Untung, dkk., 1985). Selanjutnya, Natawidjaja, dkk., (1995) menyatakan bahwa gempabumi tahun 1926 melibatkan segmen Sianok sedangkan gempabumi tahun 1943 melibatkan segmen Sumani. Hal ini ditunjukkan oleh pola distribusi intensitas gempabumi yang menunjukkan intensitas maksimal gempabumi tahun 1926 di daerah Padang Panjang sedangkan untuk gempabumi tahun 1943 di daerah Alahan Panjang. Gempa pertama tahun 1926 melibatkan segmen sesar Sumani dengan letak episenter di sekitar Danau Singkarak-Solok. Gempa kedua tahun 1926 melibatkan segmen Sianok dengan episenter di sekitar Padang Panjang. Pada kejadian gempabumi tahun 1943, gempa kedua melibatkan segmen Sumani dengan letak episenter diduga di daerah Alahan Panjang. Gempa kedua terjadi 7 jam lebih dulu dari gempa pertama dan mempunyai episenter jauh disebelah selatan. Untung, dkk., (1985) memperkirakan bahwa letak episenter gempa pertama tahun 1943 adalah sekitar 200 km sebelah selatan dari Alahan Panjang.

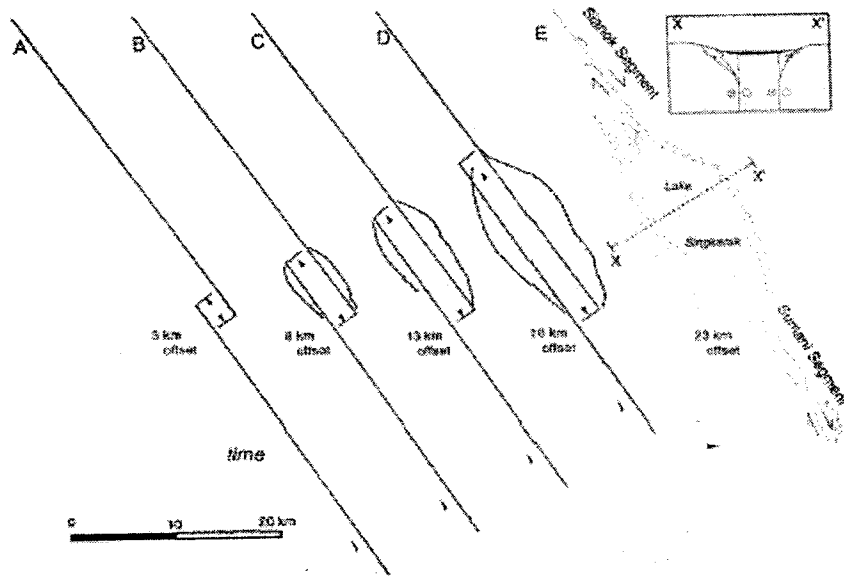
Pada tanggal 16 Februari 2004 pukul 21.44.36.06 WIB terjadi gempabumi tektonik berkekuatan $M_s=5,6$ di segmen Sianok Lokasi terparah akibat gempabumi tersebut adalah Desa Gunung Rajo dan Desa Pitalah. Pada tanggal 6

Maret 2007 terjadi lagi gempa bumi besar di daerah tersebut dengan ciri utama “double main shocks”. Gempa pertama terjadi sekitar jam 10 pagi dan gempa kedua terjadi sekitar jam satu siang. Melihat waktu terjadi gempa dan jarak waktu antara gempa pertama dan gempa kedua, maka gempa kali ini adalah diduga sebagai perulangan dari gempa yang terjadi pada tanggal 4 Agustus 1926 yang sangat terkenal dalam catatan sejarah.

2.3.2. Laju slip sesar di Segmen Sumani dan Segmen Sianok

Salah satu parameter utama sesar aktif adalah laju pergerakan relatif antara dua blok yang dipisahkan sesar tersebut atau dikenal dengan nama laju slip. Sangat umum dijumpai di daerah Sumatera bahwa besaran laju slip bisa ditentukan dari besarnya pergeseran atau perpindahan (*offset*) sungai yang melewati garis-garis tersebut. Di wilayah tutupan endapan Tufa Maninjau antara Bukit Tinggi dan Danau Maninjau terdapat indikasi yang sangat baik dari perpindahan aliran sungai sebesar 700 m. Hasil penentuan umur radiometrik mengindikasikan umurnya sekitar 60.000 tahun. Berdasarkan data-data ini diperoleh laju slip adalah 12 mm/tahun di segmen Sianok (Natawidjaya, dkk., 1995).

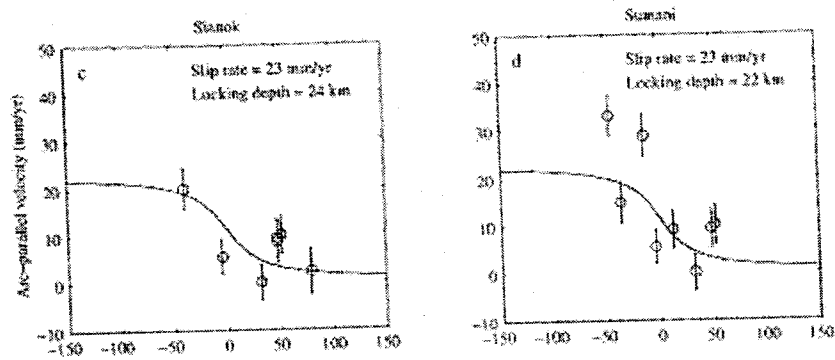
Hipotesis tentang evolusi graben Singkarak telah diusulkan oleh Sieh and Natawidjaya (2000) seperti diperlihatkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Sebuah hipotesis tentang evolusi graben Singkarak merepresentasikan offset total dari Segmen Sumani dan Sianok (Sumber: Sieh and Natawidjaya, 2000)

Bellier and Sebrier (1994) mengatakan bahwa dominasi batuan vulkano berumur Plio-Pleistosen pada graben Singkarak mengindikasikan bahwa graben berumur kurang dari 1000 tahun. Bila panjang offset total pada dua garis segmen strike-slip saat ini adalah adalah ~23 km maka laju slip sesar di segmen Sumani dan segmen Sianok adalah 23 mm/tahun. Hasil ini konsisten dengan data GPS dan triangulasi di segmen tersebut.

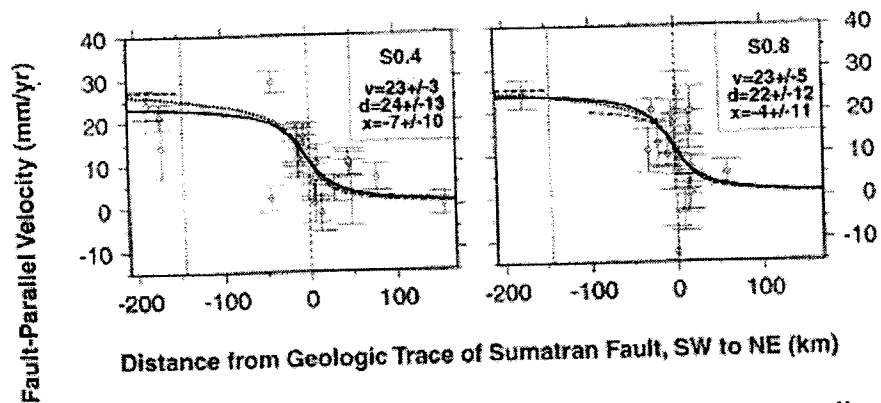
Prawirodirdjo, dkk., (2000) telah menurunkan laju slip dari data GPS dan triangulasi di sepanjang segmen Sumani dan Sianok dan hasilnya diperlihatkan pada Gambar 2.4



Gambar 2.4. Komponen laju slip di segmen Sumani dan Sianok diturunkan dari data triangulasi dan GPS (Sumber : Prawirodirdjo, dkk., 2000)

Berdasarkan Gambar 2.4 dapat disimpulkan bahwa laju slip di segmen Sumani dan Sianok adalah adalah 23 mm/tahun dengan asumsi kedalaman sesar adalah 24 km di segmen Sianok dan 22 km di segmen Sumani.

Selanjutnya Genrich, dkk., (2000) melaporkan hasil estimasi laju slip dan kedalaman sesar di segmen Sumani dan Sianok berdasarkan pemodelan dislokasi elastik dari data GPS dan triangulasi, hasilnya diperlihatkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Penampang laju slip, kedalaman dan jarak-ortogonal sesar di segmen Sumani dan segmen Sianok (Sumber : Genrich, dkk., 2000, Kode S0.4 dan S0.8 melambangkan segmen Sumani dan Sianok)

Berdasarkan kajian kepustakaan yang telah dilakukan, maka peneliti utama membuat kesimpulan tentang parameter-parameter sesar dan laju slip di Segmen Sumani dan Sianok dan hasilnya ditampilkan pada Tabel 2.3 dan Tabel 2.4.

Tabel 2.3. Parameter-parameter sesar di segmen Sumani.

| Parameter sesar | L (km) | W (km) | δ (°) | D (km) | u_1 (mm/thn) | u_2 (mm/thn) | u_3 (mm/thn) |
|-----------------|--------|--------|--------------|--------|----------------|----------------|----------------|
| Strike-slip | 60 | ? | 90 | 22±12 | 23±5 | 0 | 0 |
| Dip-slip | 60 | ? | 90 | 22±12 | 0 | 23±5 | 0 |
| Tensile | 60 | ? | 90 | 22±12 | 0 | 0 | 23±5 |
| Oblique-slip | 60 | ? | 90 | 22±12 | 23±5 | 23±5 | 0 |

Tabel 2.4. Parameter-parameter sesar di segmen Sianok.

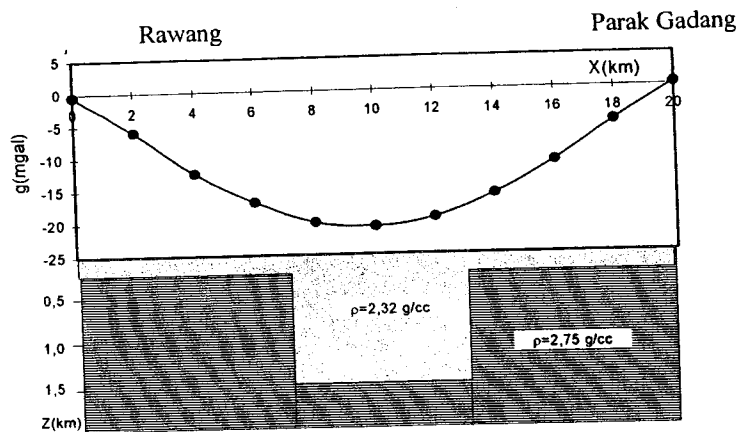
| Parameter sesar | L (km) | W (km) | δ (°) | D (km) | u_1 (mm/thn) | u_2 (mm/thn) | u_3 (mm/thn) |
|-----------------|--------|--------|--------------|--------|----------------|----------------|----------------|
| Strike-slip | 90 | 10-18 | 90 | 24±13 | 23±3 | 0 | 0 |
| Dip-slip | 90 | 10-18 | 90 | 24±13 | 0 | 23±3 | 0 |
| Tensile | 90 | 10-18 | 90 | 24±13 | 0 | 0 | 23±3 |
| Oblique-slip | 90 | 10-18 | 90 | 24±13 | 23±3 | 23±3 | 0 |

Catatan : Laju slip sesar di segmen Sumani dan Sianok u_1 sedangkan u_2 dan u_3 diasumsikan

Parameter-parameter sesar pada Tabel 2.3 dan Tabel 2.4 diperlukan untuk membuat model teoritik dari anomali gayaberat-mikro time-lapse disebabkan oleh pergerakan sesar di Segmen Sumani dan Sianok.

2.3.3 Studi gayaberat 2D

Fauzi, dkk (2000) telah memodelkan struktur sesar yang memotong Nagari Rawang dan Parak Gadang berdasarkan data anomali gayaberat 2D dan hasilnya diperlihatkan pada Gambar 2.6



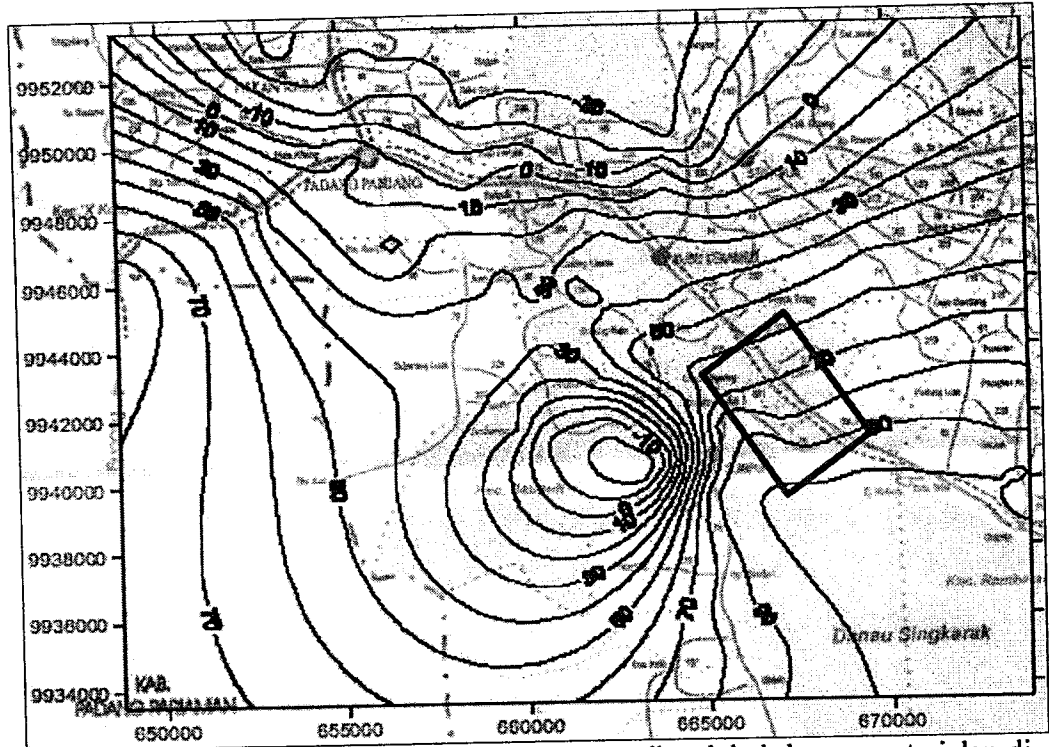
Gambar 2.6. Penampang sesar di segmen Sumani diturunkan dari penampang anomali gayaberat menggunakan teknik dekonvolusi (Sumber : Fauzi, dkk., 2000)

Berdasarkan Gambar 2.6 dapat dilihat bahwa daerah-daerah yang terletak pada kedua bidang sesar akan mengalami resiko kerusakan tertinggi. Ini dibuktikan pada kejadian gempa bumi tanggal 16 Februari 2004 dan 6 Maret 2007 dimana Nagari Gunung Rajo yang mengalami kerusakan terparah pada dua gempa yang lalu terletak di sekitar 2 km arah utara dari bidang sesar sebelah kiri.

2.3.4 Studi gayaberat-mikro time-lapse atau 4D untuk monitoring aktivitas sesar

Pengumpulan data tahap pertama sebagai bagian dari studi gayaberat-mikro time-lapse untuk monitoring aktivitas sesar di daerah penelitian telah dilakukan oleh Fauzi dan Syafriani tahun 2005. Pengumpulan data tahap pertama mencakup pengukuran posisi stasiun, pengukuran gayaberat-mikro efek tide di stasiun BS dan lapangan, pengukuran elevasi di stasiun BS dan lapangan serta pengumpulan data curah hujan dan pengumpulan data elevasi muka air Danau Singkarak. Selanjutnya data-data tersebut diolah dan ditampilkan dalam bentuk penampang atau peta seperti penampang gayaberat-mikro efek tide terhadap

waktu, penampang curah hujan terhadap waktu, penampang elevasi muka air Danau Singkarak terhadap waktu, peta ketinggian stasiun dan peta anomali gayaberat-mikro lokal terhadap stasiun BS. Penafsiran dan analisa data dilakukan dengan cara membuat kompilasi antara peta anomali gayaberat lokal dengan peta jalan didaerah penelitian. Gambar 2.7 memperlihatkan anomali gayaberat milro lokal tahun 2005.



Gambar 2.7. Kompilasi peta anomali gayaberat-mikro lokal dengan peta jalan di daerah penelitian. Daerah yang terletak di dalam kotak berwarna merah (Nagari Gunung Rajo) diduga sebagai sesar utama.

Anomali gayaberat-mikro lokal pada Gambar 2.7 memperlihatkan bahwa anomali muncul di sekitar Nagari Gunung Rajo. Hal ini diduga sebagai bagian dari sesar utama dari Sesar Sumatera yang melewati Nagari Gunung Rajo. Bila dikaitkan dengan gempabumi besar tanggal 5 maret 2005 maka posisi episenter gempa berdekatan dengan posisi anomali tersebut.

BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perilaku dasar gerakan sesar yang diduga kuat sebagai penyebab gempabumi di sepanjang Sesar Sumatera. Secara khusus penelitian bertujuan (1) menghitung respon teoritik dari anomali gayaberat mikro time-lapse yang disebabkan oleh aktivitas sesar, (2) mengembangkan model, algoritma dan pemograman untuk mengestimasi parameter-parameter, (3) mengembangkan metode estimasi dari anomali yang terkontaminasi dengan bising (4) mengaplikasikan metode pada data lapangan di segmen Sumani dan segmen Sianok.

Untuk mencapai tujuan penelitian, strategi yang digunakan adalah membagi proyek menjadi tiga sub proyek penelitian (1) mengembangkan teori dan model ideal gerakan sesar, (2) membuat algoritma dan pemograman, (3) mengimplementasikan metode pada data lapangan. Untuk mendukung ketiga sub proyek penelitian, kami mengembangkan sebuah tim-kerja yang terdiri berbagai keahlian dalam bidang geofisika, geodinamika, fisika, lapangan dan pemogramanan. Proyek ini dipimpin oleh seorang peneliti utama yang menguasai bidangnya dan bertugas mengembangkan teori dan model gerakan sesar serta bertindak sebagai penanggung-jawab penelitian. Peneliti utama dibantu oleh satu anggota peneliti, satu orang teknisi dan dua orang mahasiswa. Anggota peneliti dan mahasiswa bertugas mengumpulkan data-data penunjang seperti data curah hujan, peta jalan, data perubahan muka airtanah dan data perubahan muka air

Danau Singkarak. Kami juga melibatkan dua mahasiswa yang mempunyai minat dalam pemograman dan survai lapangan sehingga bisa terlibat dalam penelitian tugas akhir mereka. Selanjutnya kami bekerja sama dengan Badan Meteorologi dan Geofisika Pusat dalam hal peralatan.

3.2. Manfaat Penelitian

Mengingat bahaya gempa bumi di masa mendatang, maka rencana pengembangan wilayah termasuk konstruksi dan letak rumah/bangunan serta infrastruktur lainnya, perlu memperhitungkan daerah jalur sesar aktif. Gempa bumi yang selalu berulang seharusnya menjadi peringatan awal yang perlu diwaspadai secara terus menerus. Oleh karena itu penelitian tentang penerapan metoda gayabarat-mikro *time-lapse* untuk memantau aktivitas sesar merupakan hal yang sangat penting dan sangat urgen. Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh instansi terkait sebagai upaya mitigasi bencana gempa bumi dimasa mendatang.

Manfaat lain dari penelitian ini di dalam bidang IPTEKS adalah didapatkan sebuah hipotesis, model, metode dan desain baru dalam survai gayabarat-mikro *time-lapse* untuk proses monitoring aktivitas sesar. Hipotesis baru yang akan diuji adalah apakah tanggapan anomali gayabarat-mikro *time-lapse* secara toritik dipengaruhi laju slip sesar disamping kedalaman, ketebalan, panjang, lebar, dan kemiringan sesar. Metode baru yang akan dihasilkan adalah sebuah metode gayabarat-mikro *time-lapse* untuk memantau aktivitas sesar. Model baru yang akan dihasilkan adalah model ideal gerakan sesar yang diturunkan dari model dislokasi elastik sesar. Sedangkan desain baru yang

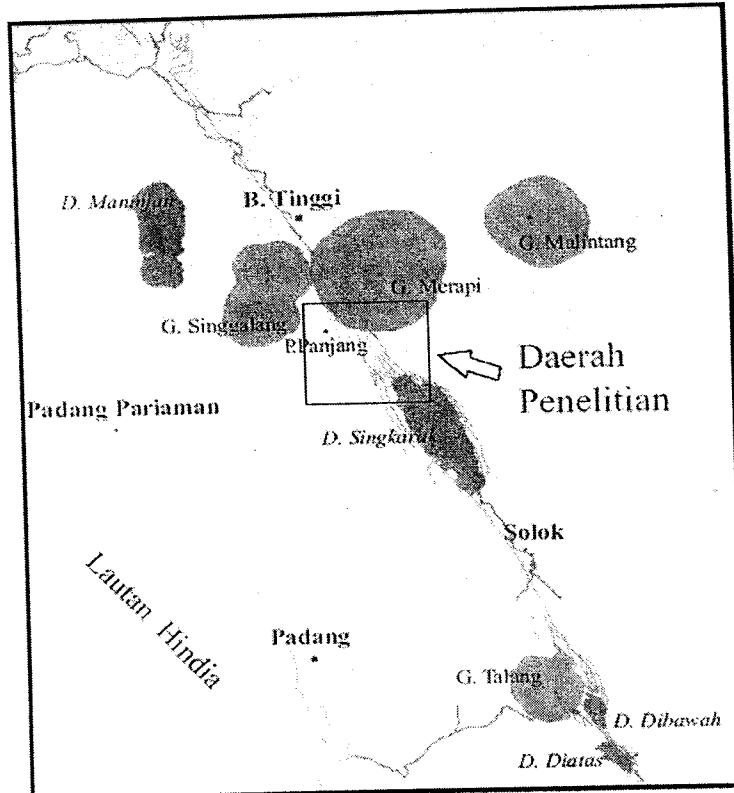
dihasilkan adalah rancangan pengukuran lapangan yang mengacu kepada hasil pemodelan gayaberat didaerah studi kasus.

Realisasi kontribusi pada pengembangan IPTEKS diperlihatkan oleh lahirnya beberapa topik penelitian baru serta beberapa makalah yang siap disajikan pada prosiding dan jurnal skala nasional maupun internasional. Hasil-hasil penelitian ini dapat disebar luaskan kepada masyarakat melalui pendidikan, pengajaran, pelatihan dan seminar yang diselenggarakan oleh instansi-instansi terkait.

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1. Lokasi penelitian

Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Lokasi penelitian

Daerah penelitian berjarak sekitar 72 km dari kota Padang. Daerah penelitian umumnya berbukit-bukit karena merupakan bagian dari Bukit Barisan. Waktu yang diperlukan dari Kota Padang ke daerah penelitian melalui jalan darat lebih kurang selama 1,5 jam. Kondisi prasarana jalan di daerah penelitian cukup mendukung proses pengambilan data, sehingga pada umumnya titik-titik pengamatan terletak dipinggir jalan raya. Sebelum melakukan pengukuran di lapangan, tim peneliti

berkumpul terlebih di kota Padang untuk melakukan koordinasi sebagai persiapan awal lapangan terutama mendiskusikan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian.

4.1. Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1 sedangkan gambar alat dapat dilihat pada Gambar 4.2.

Tabel 4.1. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian

| No | Nama Alat | Spesifikasi | Kegunaan |
|----|----------------|---------------------------|------------------------------------|
| 1. | Gravimeter | Scintrex CG-5 Autograv | Mengukur gayaberat setiap stasiun |
| 2. | Altimeter | Pauline | Mengukur ketinggian setiap stasiun |
| 3 | Kamera digital | Nikon | Memotret posisi stasiun |
| 4 | GPS | Garmin V | Mengukur posisi setiap stasiun |
| 5 | Mobil | Kijang G 1.8 | Transportasi lokal |
| 6 | Lampu senter | 2 baterai | Alat penerangan |



(a)



(b)

Gambar 4.2(a) Alat-alat ukur, (b) Alat transportasi

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1 buah gravimeter, 2 buah GPS, 1 buah altimeter dan 2 buah kamera digital. Gravimeter yang digunakan gravimeter tipe Scintrex CG-5 Autograv dengan ciri dapat membaca nilai gayaberat pada setiap stasiun secara otomatis. Salah satu keunggulan gravimeter ini dari gravimeter sebelumnya adalah disamping pembacaannya otomatis, alat ini mampu mengukur efek tide secara bersamaan dengan pembacaan nilai gayaberat setiap stasiun sehingga nilai gayaberat yang dibaca oleh alat adalah nilai gayaberat setelah dikoreksi terhadap efek tide. Ketelitian gravimeter mencapai 5 μ Gal. Alat ukur posisi yang GPS yang digunakan dalam penelitian ini adalah Garmin V. Alat ini beroperasi cukup baik kerana dapat menangkap sinyal dengan baik melalui beberapa satelit. Salah satu keunggulan GPS ini adalah posisi setiap stasiun dapat disimpan didalam memori GPS sehingga GPS ini juga berfungsi sebagai kompas di lapangan yaitu dapat menunjukkan arah dan posisi stasiun yang akan diukur. Sedangkan altimeter merek Pauline adalah cukup stabil membaca data ketinggian sehingga alat ini dapat berfungsi dengan baik. Kamera digunakan dalam penelitian ini adalah merek Nikon yang fungsinya untuk memotret lokasi stasiun dan lingkungannya sehingga setiap titik dapat didesripsikan dan mudah dikenali pada survai selanjutnya.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2. Bahan-bahan penelitian

| No. | Nama Barang | Kegunaan |
|-----|---------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Amplop besar | Penyimpan dokumen penting |
| 2 | Baterai AA | Baterai GPS baterai kamera |
| 3 | File Box | Menyimpan data dan dokumen |
| 4 | Baterai besar | Baterai senter |
| 5 | Kabel | Alat listrik |
| 6 | Kartu memori kamera 256MB | Penyimpan data kamera |
| 7 | Kertas HVS A4 70 gram | Reprint |
| 8 | Kertas HVS A4 80 gram | Kertas printer |
| 9 | Lem | Perekat |
| 11 | Pena 3 warna | Alat tulis |
| 12 | Pensil | Alat tulis |
| 13 | Karet penghapus | Alat penghapus |
| 14 | Solasi | Alat perekat |
| 15 | Spidol Marker | Alat tulis parmanen |
| 16 | Spidol white board | Alat tulis |
| 17 | Meteran | Alat ukur panjang |
| 18 | Cat semprot | Pemberian tanda stasiun |
| 19 | Buku log | Tempat menulis data dan informasi |
| 20 | Parang | Alat pemotong kayu/pohon |

Bahan-bahan ini dipersiapkan sebelum pengumpul data karena bahan ini cukup sulit ditemukan di lapangan.

4.3 Teknik Pengumpulan Data

Prinsip pengukuran dengan gravimeter adalah mengukur perbedaan nilai gayaberasat suatu titik dengan titik-titik lain yang gayaberasatnya telah diketahui secara baku. Titik yang sudah diketahui nilai gayaberasatnya secara baku disebut disebut titik pangkal atau titik dasar. Untuk mengetahui nilai titik-titik yang diamati di lapangan maka nilai titik-titik tersebut diikatkan pada titik pangkal yang telah diketahui nilainya secara baku. Titik pangkal adalah titik acuan dimana pengamatan gayaberasat berpangkal. Titik pangkal dibuat dengan cara mengikatkan kepada satu titik acuan tertentu yang mempunyai nilai mantap; titik acuan ini

disebut Titik Pangkal Utama. Titik-titik lain didalam jaringan tersebut di atas disebut Titik Pangkat Tingkat I dan II. Nilai gayaberat di Titik Pangkal Utama diperoleh dengan cara pengukuran nilai mutlak dan pengukuran relatif. Keabsahan Jaringan Gayaberat Nasional diperoleh setelah mendapat persetujuan Komite Gayaberat Nasional. Titik pangkal mutlak ialah titik dengan nilai mutlak yang diamati secara mutlak. Nilai ini dipakai sebagai acuan titik-titik pangkal berikutnya. Di Indonesia titik pangkal mutlak belum ada, sedangkan titik pangkal utama terdapat di Jl. Diponegoro No. 57 Bandung yaitu stasiun DG0. Jaringan titik-titik yang diikatkan kepada jaringan titik pangkal utama disebut jaringan titik pangkal tingkat I. Menurut Komite Gayaberat Nasional, titik-titik pangkat tingkat I di Indonesia pada waktu ini berjumlah lebih kurang 100 dan pada umumnya terletak di lapangan terbang. Namun karena adanya pembangunan dikawasan bandara maka titik pangkal tersebut sebagian besar hilang.

Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) pada saat ini sedang membangun jaringan titik pangkal di seluruh Indonesia. Pelaksanaannya tahap awalnya dimulai dengan membuat jaringan titik pangkal di beberapa lokasi di Sumatera dan Jawa. Dalam penelitian ini titik pangkal tingkat I yang digunakan adalah titik BMG 0 dengan nilai 978149,68 mgal terletak di Kantor Pusat BMKG di Jakarta pada posisi $06^{\circ} 09'32''S$ dan $106^{\circ}50'50''E$. Sedangkan titik pangkal tingkat II yang digunakan adalah stasiun BMG 1.0306 dengan nilai 978034,57 mgal terdapat di Stasiun Meteorologi Tabing pada posisi $00 53.07 S$ dan $100 11.18 E$ dan stasiun BMG 2.0307 dengan nilai 977804.06 terdapat di Stasiun Geofisika Padang Panjang pada posisi $00 27.30 S$ dan $10027, 79 E$. Deskripsi dari

kedua titik-titik pangkal dapat dilihat pada Lampiran C. Dalam penelitian ini, stasiun BMG 1.0306 diberi nama stasiun BMG TBG pada koordinat UTM=649854 dan YTM=9901028 sedangkan stasiun BMG 2.0307 diberi nama stasiun BMG PP pada posisi UTM= 655429 dan UTM=9949698. . Lokasi kedua titik pangkal dapat dilihat pada Gambar 4.3

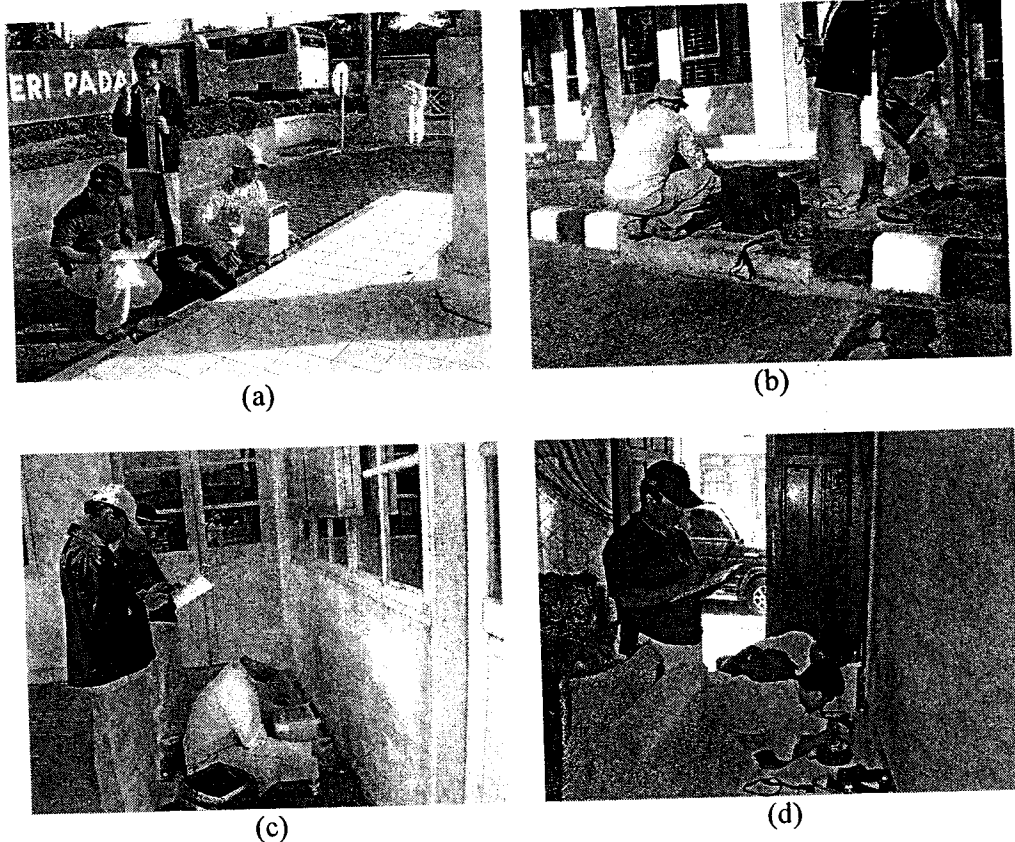


Gambar 4.3. Lokasi titik pangkal tingkat II (a) BMG TBG, (b) BMG PP

Untuk membantu akurasi dan efektifitas pengumpulan data di lapangan maka dapat dibuat beberapa titik pangkal pembantu di lapangan. Pemilihan lokasi titik pangkal tersebut harus mempertimbangkan beberapa hal sebagai berikut:

- Lokasi cukup stabil dari gangguan baik getaran akibat lalu lintas maupun aktivitas pabrik;
- Kondisi cukup permanen, lokasi tidak mengalami perubahan dalam waktu yang cukup lama;
- Mudah diakses oleh pengguna data gayaberas baik dari segi perijinan maupun transportasi ke lokasi;
- Lokasinya strategis dan mudah diidentifikasi;

Dalam penelitian ini digunakan 4 buah stasiun sebagai titik pangkal pembantu yaitu stasiun didepan Rektorat Universitas Negeri Padang diberi nama stasiun REKTORAT pada koordinat $YTM=650241$ dan $UTM=9900792$, stasiun di Laboratorium Fisika FMIPA UNP diberi nama stasiun LABFIS pada koordinat $UTM=650241$ dan $YTM=9900792$, stasiun di Stasiun Kereta Api Padang Panjang diberi nama stasiun SKA pada koordinat $UTM=655271$ dan $UTM=9948762$ dan stasiun di sebuah rumah di Jl. Sutan Syahrir Padang Panjang diberi nama stasiun BS pada koordinat $UTM=656399$ dan $YTM=9949678$. Lokasi ke-empat stasiun pangkal pembantu ini dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Lokasi stasiun pangkal pembantu (a) REKTORAT, (b) LABFIS, (c) SKA dan (d) BS.

Titik-titik pengamatan ditentukan berdasarkan peta topografi dan pengetahuan geologi daerah tersebut serta peta jalan pada daerah tersebut. Dalam penelitian ini, titik-titik yang diamati pada tahun 2008 adalah titik-titik yang sudah diamati tahun 2005. Dalam pelaksanaannya, pengukuran nilai gayaberat, posisi dan ketinggian dilakukan secara serentak.

Perbedaan teknik pengumpulan data antara tahun 2008 dan tahun 2005, pertama adalah kumpulan data pada tahun 2008 menggunakan satu gravimeter yaitu gravimeter SCINTREX Autograv dengan ketelitian $5\mu\text{Gal}$ dari BMG sedangkan pengumpulan data pada tahun 2005 menggunakan dua gravimeter yaitu model G nomor seri G 1118 dengan ketelitian $5\mu\text{Gal}$ dan model G nomor seri G 565 dengan ketelitian $0,01\text{mGal}$ ($10\mu\text{Gal}$) dari ITB. Kelebihan gravimeter SCINTREX Autograv dari gravimeter model G nomor seri G 1118 dan model G nomor seri G 565 adalah dapat mengukur nilai gayaberat secara otomatis serta dapat mengukur gayaberat efek tide secara otomatis. Ini berarti pengumpulan data gaya berat pada tahun 2008 lebih efisien dari pada tahun 2005. Kedua, titik pangkal yang digunakan pada tahun 2005 adalah stasiun BMG Padang Panjang titik pangkal yang digunakan pada tahun 2008 adalah stasiun BMG Tabing. Perubahan penggunaan titik pangkal ini adalah karena stasiun BMG Padang Panjang terletak di zona sesar aktif sehingga ia juga merupakan bagian dari stasiun yang diamati.

Prosedur pengumpulan data gayaberat-mikro time-lapse pada tahap kedua sama dengan tahap pertama tahun 2005. Daerah penelitian mengcover daerah-daerah yang terletak di atas zona sesar aktif di segmen Sumani dan segmen Sianok.

Pengumpulan data difokuskan kepada daerah-daerah yang mengalami kerusakan tertinggi pada kejadian gempa bumi tanggal 6 Maret 2007 yaitu di sekitar Nagari Gunung Rajo yang secara tektonik terletak pada batas sesar antara segmen Sumani ($1,0^{\circ}\text{S}$ s/d $0,5^{\circ}\text{S}$) dan segmen Sianok ($0,7^{\circ}\text{S}$ s/d $0,1^{\circ}\text{N}$).

4.4. Pengolahan data

Data-data hasil pengamatan kemudian dimasukkan kedalam tabel dalam format Microsoft Excel. Hal ini bertujuan agar proses pengolahan data dapat lebih mudah. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengurutkan titik-titik pengamatan sesuai daftar urutan waktu pengukuran dalam satu hari kerja. Pengukuran pertama selalu dimulai dari stasiun BMG TBG, REKTORAT, dan LABFIS (ketiganya di Padang) serta dilanjutkan ke stasiun BMG PP, SKA, BS (di Padang Panjang) dan selanjutnya ke stasiun-stasiun lain di lapangan. Pengukuran dilakukan dengan sistem tertutup dimana pada akhir survei pengukuran dilanjutkan kembali ke stasiun BS, SKA, BMG PP, LABFIS, REKTORAT dan diakhiri pada stasiun BMG TBG.

Langkah pengolahan data selanjutnya adalah menghitung nilai gayaberat efek drif menggunakan rumusan dari Fauzi (1997):

$$D = \frac{g_2 - g_1}{t_2 - t_1}, \left(\frac{\text{mgal}}{\text{menit}} \right) \quad (4-1)$$

dimana D adalah drif per satuan waktu, g_1 dan g_2 adalah nilai gayaberat pada stasiun BMG TBG yang diukur pada waktu yang berbeda yaitu t_1 dan t_2 . Karena

koreksi drif berbanding lurus terhadap waktu, maka koreksi drif tiap-tiap titik pengamatan pada saat t (dimana $t_1 < t < t_2$) dapat ditulis

$$K_D = D(t - t_1), \quad (\text{mgal}) \quad (4-2)$$

sehingga nilai gayaberat $g_x'(t)$ yang terukur pada suatu titik pengamatan ke- x setelah dikoreksi drif dapat ditulis

$$g_x'(t) = K_D + g_x(t), \quad (\text{magl}) \quad (4-3)$$

dimana $g_x(t)$ adalah nilai gaya berat terukur sebelum dikoreksi drif. Koreksi drif dalam penelitian ini dihitung dengan bantuan paker program Microsoft Exel.

Pengolahan data lebih lanjut adalah menghitung koreksi akibat efek tide. Dalam penelitian tahun 2008 koreksi tide tidak dilakukan karena gravimeter Scintrex CG-5 Autograv sudah dapat membaca nilai gayaberat efek tide secara terpisah dan bersamaan dengan pembacaan nilai gayaberat di setiap stasiun. Ini berarti nilai gayaberat yang terukur oleh alat adalah nilai gayaberat bebas efek tide.

Langkah lebih lanjut adalah menghitung nilai anomali gayaberat-mikro lokal setelah dikoreksi terhadap efek drif dan efek tide. Nilai anomali gayaberat-mikro lokal dihitung cara mengurangkan nilai gayaberat pada setiap stasiun terhadap nilai gayaberat pada titik pangkal pembantu, dalam hal ini dipilih stasiun BS. Rumusan untuk menghitung nilai anomali gayaberat-mikro lokal adalah sebagai berikut :

$$\Delta g(x, y, z, t)_{\text{lokal}} = g(x, y, z, t) - g(x_0, y_0, z_0, t_0) \quad (4-4)$$

dimana $g(x, y, z, t)$ adalah nilai gayaberat pada masing-masing stasiun dan $g(x_0, y_0, z_0, t_0)$ adalah nilai gayaberat pada stasiun BS. Hal ini berarti nilai gayaberat pada setiap stasiun adalah relatif terhadap nilai gayaberat pada stasiun BS. Selanjutnya nilai gayaberat setiap stasiun ini dimasukkan ke dalam paket program SURFER versi 8.00 sehingga keluarannya berupa peta kontur anomali gayaberat-mikro lokal pada setiap stasiun dalam koordinat UTM dan YTM. Anomali disini adalah anomali dalam pengertian nilai gayaberat pada titik tersebut adalah relatif terhadap nilai gayaberat pada titik BS yang dianggap nol.

4.5. Analisa dan Penafsiran data

Untuk membayangkan pergerakan sesar di daerah penelitian maka data yang dianalisa adalah data anomali gayaberat-mikro time lapse periode tertentu. Anomali gayaberat-mikro time lapse dalam penelitian ini didefinisikan sebagai perbedaan nilai gayaberat pada suatu stasiun yang diukur dalam selang waktu tertentu, secara matematika dapat ditulis

$$\Delta g(x, y, z, \Delta t) = g(x, y, z, \tau_1) - g(x, y, z, \tau_0) \quad (4-5)$$

dimana $g(x, y, z, \tau_1)$ adalah peta anomali gayaberat-mikro lokal yang diamati pada waktu akhir τ_1 dan $g(x, y, z, \tau_0)$ adalah peta anomali gayaberat-mikro lokal yang diamati pada waktu awal τ_0 . Dalam penelitian ini, peta anomali gayaberat-mikro time-lapse yang dianalisa adalah peta anomali gayaberat-mikro periode

2005-2008 yaitu selisih nilai anomali gayaberat-mikro lokal tahun 2008 dengan nilai anomali gayaberat-mikro lokal tahun 2005.

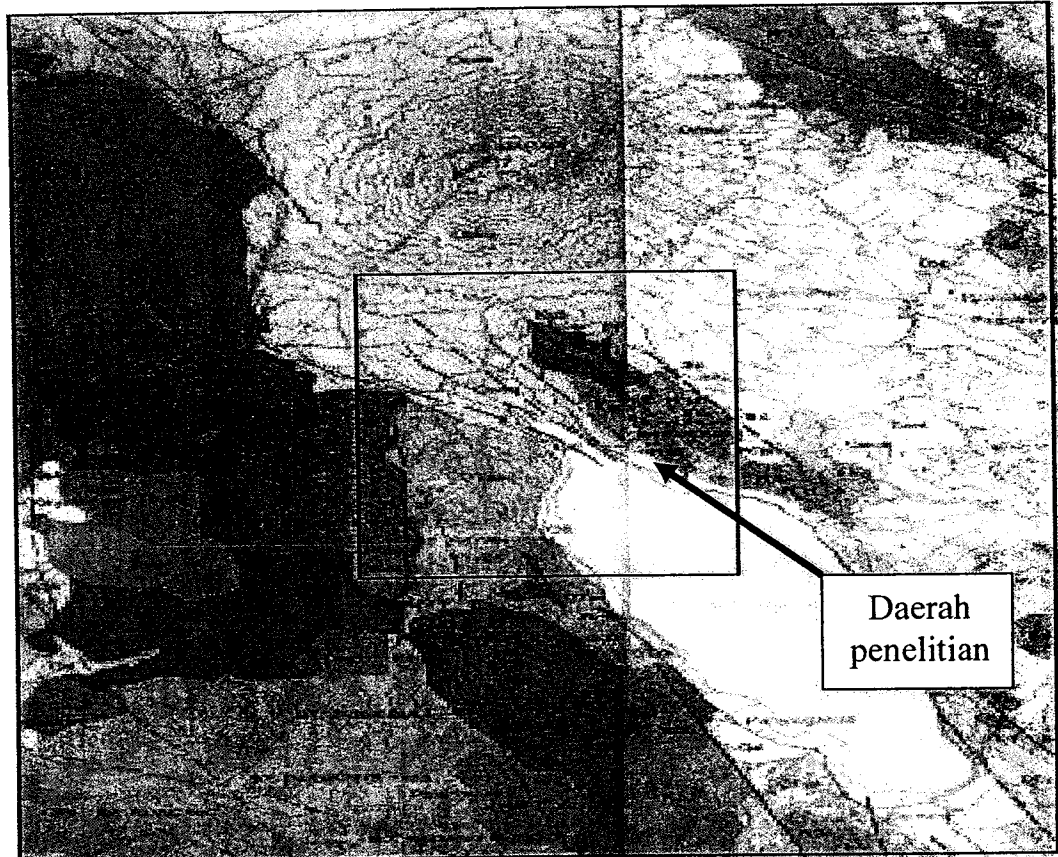
Ada dua teknik yang digunakan untuk menafsirkan data penelitian yaitu secara kualitatif dan secara kuantitatif. Teknik penafsiran secara kualitatif adalah mengamati pola kontur dan nilai dari anomali gayaberat-mikro time lapse hasil pengamatan dan membandingkannya dengan pola kontur dan nilai anomali gayaberat-mikro time lapse hasil pemodelan. Jika hasilnya sama atau mendekati sama maka penafsiran dapat dilakukan secara kuantitatif yaitu menghitung parameter-parameter sesar yang berasosiasi dengan pergerakan sesar menggunakan formula tertentu. Paket program yang digunakan adalah program MATLAB versi 7.0.1.24704 (Release 14). Tetapi jika hasilnya tidak sama maka akan dilakukan modifikasi teori untuk mendapatkan model sesar yang baru atau melakukan koreksi lebih lanjut terhadap data akibat efek bising seperti perubahan muka air Danau Singkarak. Koreksi terhadap perubahan muka air Danau Singkarak dapat dilakukan dengan asumsi selama penelitian tidak terjadi gempa bumi besar di daerah penelitian dan tidak ada perbedaan musin yang sangat mencolok.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Hasil Penelitian

5.1.1. Deskripsi Daerah Penelitian.

Peta geologi daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.1



Gambar 5.1. Peta geologi lembar Solok dan Padang (Sumber : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G), Bandung)
Keterangan Gambar 5.1

| | | |
|---|--|---|
| <p>Qu₁ ALLUVIUM KONTAK KONTAK ALLUVIUM</p> <p>Qu₂ DEKUPAN TATA TATA ALLUVIUM</p> <p>Qu₃ LENDIRI SUNGAI SUNGAI TERBUKA</p> <p>Q₄ KEDAS ALUVIUM ALUVIUM TERBUKA</p> | <p>BATUAN VOLKANIK DAN INTRUSI VOLCANIC AND INTRUSIVE ROCKS</p> <p>Q₅ BASALTA BASALTA TERBUKA</p> | <p>LAMBANG GEOLOGI GEOLOGICAL SYMBOLS</p> |
|---|--|---|

| | | | |
|--|--|--|--|
| | GUNUNG BATU KASI QUARTZITE | | QUARTZITE QUARTZITE |
| | ANDESIT MERAPI ANDESITE OF MERAPI | | ANDESIT MERAPI ANDESITE OF MERAPI |
| | ANDESIT SINGGALANG ANDESITE OF SINGGALANG | | ANDESIT SINGGALANG ANDESITE OF SINGGALANG |
| | ANDESIT TANDIKAT ANDESITE OF TANDIKAT | | ANDESIT TANDIKAT ANDESITE OF TANDIKAT |
| | MERAPI MERAPI | | MERAPI MERAPI |
| | SINGGALANG SINGGALANG | | SINGGALANG SINGGALANG |
| | TANDIKAT TANDIKAT | | TANDIKAT TANDIKAT |
| | KASIH KASIH | | KASIH KASIH |
| | PANJANG PANJANG | | PANJANG PANJANG |
| | DAYU DAYU | | DAYU DAYU |
| | NANJANG NANJANG | | NANJANG NANJANG |
| | LUBANG LUBANG | | LUBANG LUBANG |
| | GUNUNG GUNUNG | | GUNUNG GUNUNG |
| | BUNDA BUNDA | | BUNDA BUNDA |
| | CANDI CANDI | | CANDI CANDI |
| | FANJANG FANJANG | | FANJANG FANJANG |
| | HANJANG HANJANG | | HANJANG HANJANG |
| | INDAH INDAH | | INDAH INDAH |
| | JANJANG JANJANG | | JANJANG JANJANG |
| | MANGKAP MANGKAP | | MANGKAP MANGKAP |
| | NANJANG NANJANG | | NANJANG NANJANG |
| | ONGKONG ONGKONG | | ONGKONG ONGKONG |
| | PANJANG PANJANG | | PANJANG PANJANG |
| | QASIH QASIH | | QASIH QASIH |
| | RANJANG RANJANG | | RANJANG RANJANG |
| | SINGGALANG SINGGALANG | | SINGGALANG SINGGALANG |
| | TANDIKAT TANDIKAT | | TANDIKAT TANDIKAT |
| | UNDA UNDA | | UNDA UNDA |
| | VANJANG VANJANG | | VANJANG VANJANG |
| | WANJANG WANJANG | | WANJANG WANJANG |
| | XANJANG XANJANG | | XANJANG XANJANG |
| | YANJANG YANJANG | | YANJANG YANJANG |
| | ZANJANG ZANJANG | | ZANJANG ZANJANG |

Daerah penelitian ditunjukkan dengan tanda panah pada Gambar 5.1. Secara umum, topografi di daerah penelitian bergelombang yaitu terdiri pegunungan bukit barisan dan ada juga dataran tendah seperti Gunung Batu Kasi dan sekitarnya. Daerah sebelah utara dari kota Padang Panjang arah barat daya didominasi oleh batuan andesit Gunung Singgalang dan Gunung Tandikat (Qast). Sedangkan daerah sebelah utara arah ke timur laut dari kota Padang Panjang didominasi batuan andesit dari Gunung Merapi (Qama). Daerah kinggian sebelah

barat dan barat laut kota Padang Panjang didominasi oleh batu gamping perem (Pl), batuan malihan perem (Ps) dan anggota kuarsit batuan perem (Pq) daerah-daerah lainya yaitu gunung batu kasi yang didominasi batuan (filid dan serpih), batang patah gigi (QTau). Di sepanjang tepi Danau Singkarak di dominasi oleh batuan (Qal).

Jurus utama di daerah penelitian umumnya adalah barat laut dengan kemiringan yang terjal ke arah timur laut dan barat daya. Beberapa kontak antara satuan batuan pra-Tertier adalah secara pengendapan dan lainnya adalah sesar-sesar. Sesar-sesar bongkah tegak atau hampir tegak menempatkan batuan gamping pada andesit Kuarter dan dapat diamati di beberapa tempat sepanjang jalur sesar berarah barat laut. Jalur sesar ini merupakan jalur Sesar Besar Sumatera.

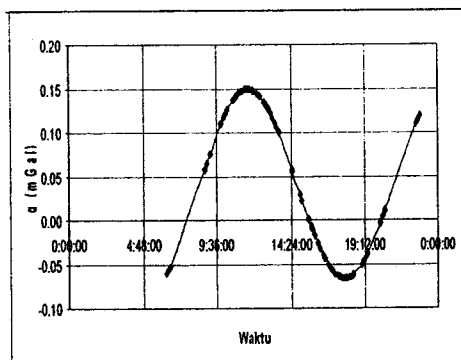
Secara umum arah struktur dan tektonik di daerah penelitian adalah barat laut-tenggara. Pada batuan pra-Tertier selain arah tersebut terdapat arah timur laut-barat daya dan utara-selatan. Pelipatan pada batuan Tersier mempunyai kemiringan pada umumnya tidak lebih dari 20°, sedangkan pada batuan pra-Tersier lebih tajam. Sesar utama di daerah penelitian adalah bagian dari Sistem Sesar Sumatera yang berarah barat laut-tenggara dan merupakan sesar geser mengangan yang berkaitan dengan pembentukan Gunung Merapi; selain itu terdapat pula yang berarah timurlaut-baratdaya dan utara-selatan. Tektonik pertama yang dijumpai di daerah ini terjadi pada Perem Akhir berdasarkan data dari Lembar Solok yang terdapat penerobosan granit di Ombilin yang disusul oleh pengangkatan. Sedimen yang terangkat adalah sedimen laut dangkal yang berumur Karbon hingga Perem Tengah dan batuan gunung api Perem. Pada

mesozoikum terjadi lagi sedimentasi di laut dangkal dan disusul oleh pengangkatan, penerobosan, pemalihan dan penyesaran di jaman Kapur dengan disertai terangkatnya batuan afolit. Tektonik zaman Tersier diawali dengan kegiatan magmatit, kemudian pengendapan di daratan sampai laut dangkal, dan pada jaman Kuartar dikuasai oleh kegiatan gunung berapi.

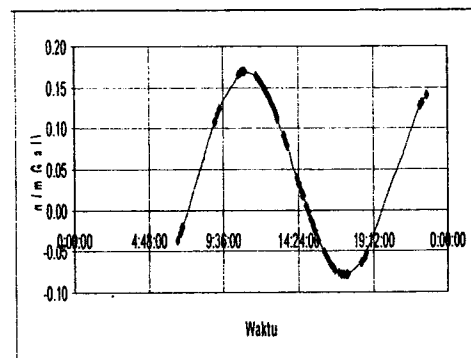
5.1.2. Deskripsi Data Penelitian

Pengumpulan data pada tahun 2008 mencakup pengukuran nilai gayaberat mikro, posisi stasiun, elevasi stasiun, curah hujan dan elevasi muka air Danau Singkarak. Pengumpulan data diutamakan pada daerah-daerah yang sudah diteliti pada tahun 2005. Selanjutnya data-data tersebut diolah dan ditampilkan dalam bentuk penampang atau peta. Gambar 5.2 s.d Gambar 5.10 dalah data-data hasil pengukuran pada tahun 2008 .

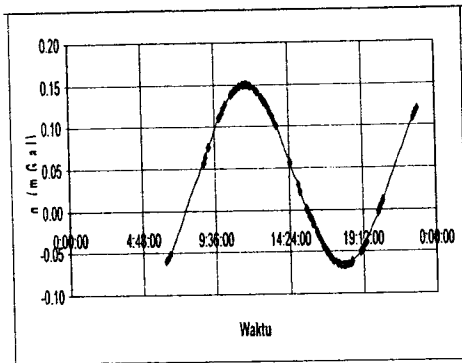
Hasil pengukuran efek tide diperlihatkan pada Gambar 5.2



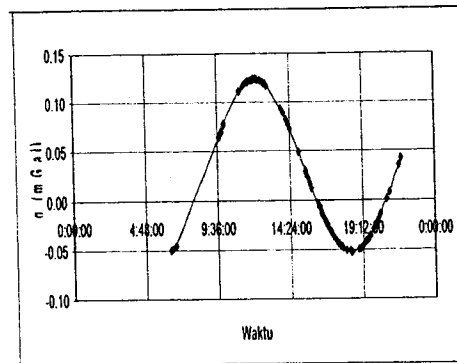
(a)



(b)



(c)

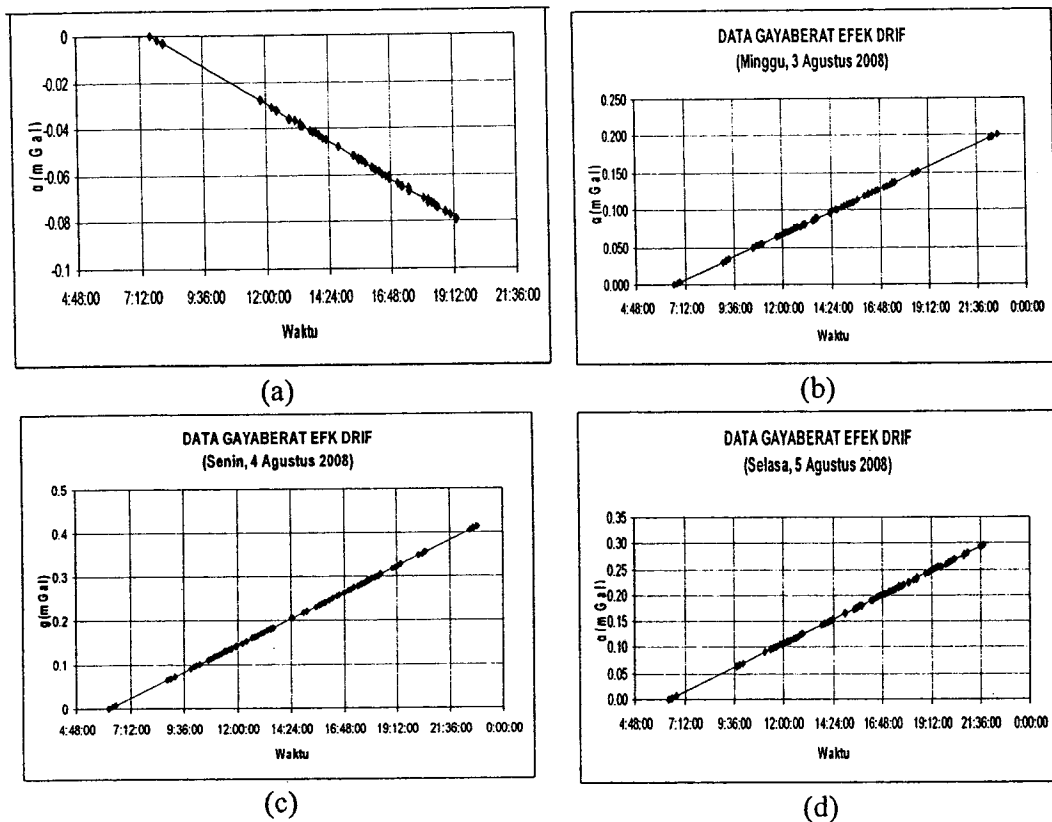


(d)

Gambar 5.2. Nilai gayaberat efek tide pada tanggal (a) 2 Agustus 2008, (b) 3 Agustus 2008, (c) 4 Agustus 2008, dan (d) 5 Agustus 2008.

Nilai gayaberat efek tide pada Gambar 5.2 menunjukkan bahwa nilainya positif dan maksimum pada tengah hari sedangkan negatif dan minimum pada sore hari. Nilai gayaberat efek tide berkaitan dengan perubahan posisi benda-benda langit di sekitar bumi. Menurut Hukum Gravitasi Newton bahwa besar nilai gayaberat yang disebabkan oleh sebuah benda dengan massa tertentu sangat bergantung kepada jaraknya dari pusat bumi. Dengan asumsi massa dan bentuk dari benda langit tidak berubah, maka perubahan nilai gayaberat efek tide yang teramati oleh gravimeter hanya bergantung kepada jarak benda langit itu dari pusat bumi. Ini berarti pada siang hari benda-benda langit berada pada posisi paling dekat ke pusat bumi sedangkan pada sore hari posisi benda-benda langit semakin jauh dari pusat bumi. Efeknya terhadap data adalah nilai gayaberat efek tide pada siang hari akan menambah nilai gayaberat pada data sedangkan pada sore hari akan mengurangi nilai gayaberat pada data. Oleh karena nilai gayaberat efek drid mesti dikurangkan terhadap data sehingga akan didapatkan nilai gayaberat hasil pengamatan bebas dari efek tide.

Nilai gayaberat efe drif dapat dilihat pada Gambar 5.3.

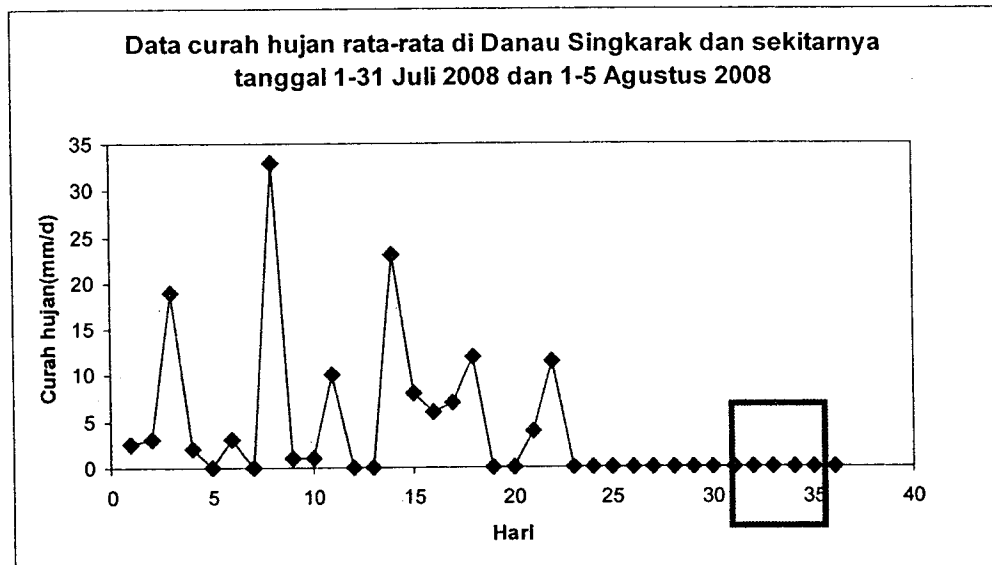


Gambar 5.3 Nilai gayaberat efek drift pada tanggal (a) 2 Agustus 2008, (b) 3 Agustus 2008, (c) 4 Agustus 2008, (d) 5 Agustus 2008

Nilai gayaberat efek drif pada Gambar 5.3 berkaitan dengan kelelahan pegas gravimeter yang mengakibatkan nilai gayaberat hasil pembacaan alat pada suatu stasiun tertentu akan bertambah atau berkurang. Kecuali pada Gambar 5.3 (a) nilai gayaberat efek drif berkurang terhadap waktu sedangkan lainnya bertambah terhadap waktu. Hal ini berarti nilai gayaberat yang dibaca oleh alat dipengaruhi oleh efek drif. Oleh karena itu, nilai gayaberat efek drif harus dikoreksi terhadap

data dengan cara dikurangkan terhadap nilai gayaberat pada setiap stasiun sehingga didapatkan nilai gayaberat hasil pengamatan bebas dari efek drif.

Data curah hujan selama survai diperlihatkan pada Gambar 5.4.

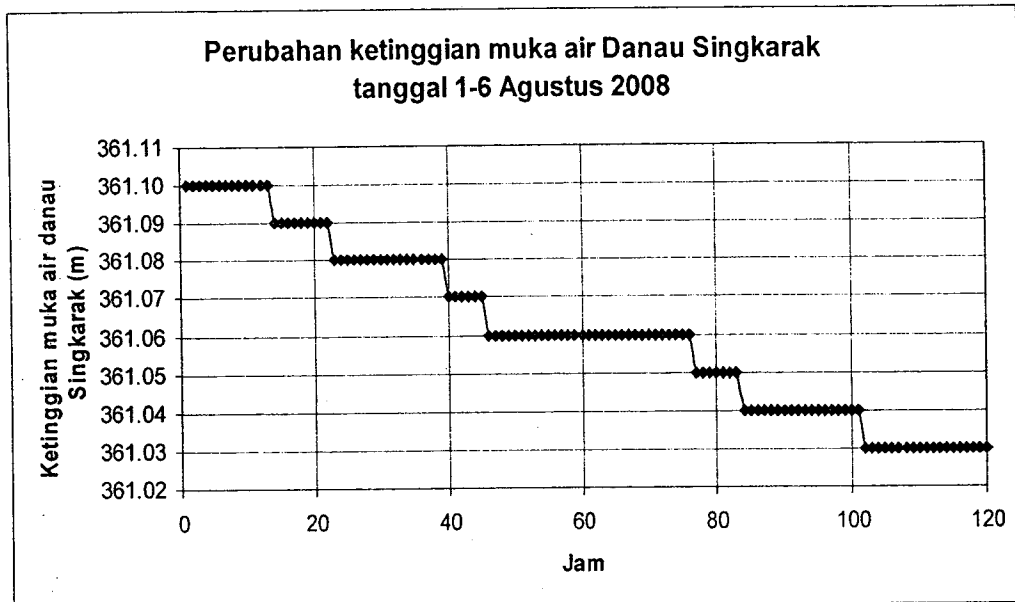


Gambar 5.4. Data curah hujan rata-rata didaerah selatan Danau Singkarak pada tanggal 1 Juli s/d 5 Agustus tahun 2008 (*Sumber : Intake Malalo, Komplek PLTA Singkarak, Kecamatan Batipuh Selatan, Kabupaten Tanah Datar*). Waktu yang diberi tanda kotak garis putus putus adalah waktu penelitian ini dilakukan yang mengindikasikan musim panas.

Gambar 5.4 menunjukkan bahwa cuaca pada saat survai selama empat hari yaitu tanggal 2 s.d 5 Agustus 2008 atau hari ke-31 s.d 35 pada gambar dihitung dari tanggal 1 Juli 2008. Cuaca pada saat survai cukup cerah, tidak mendung dan tidak ada hujan sehingga curah hujan rata-rata selama survai adalah nol. Hal yang sama juga terjadi pada tahun 2005, dimana selama survai cuaca cukup cerah, tidak ada mendung dan tidak ada hujan sehingga curah hujan rata-rata selama survai juga nol. Hal ini berarti efek curah hujan terhadap nilai gayaberat hasil pengamatan

baik pada tahun 2008 maupun pada tahun 2005 adalah tidak ada. Oleh karena itu nilai gayaberat hasil pengamatan tidak perlu dikoreksi terhadap curah hujan.

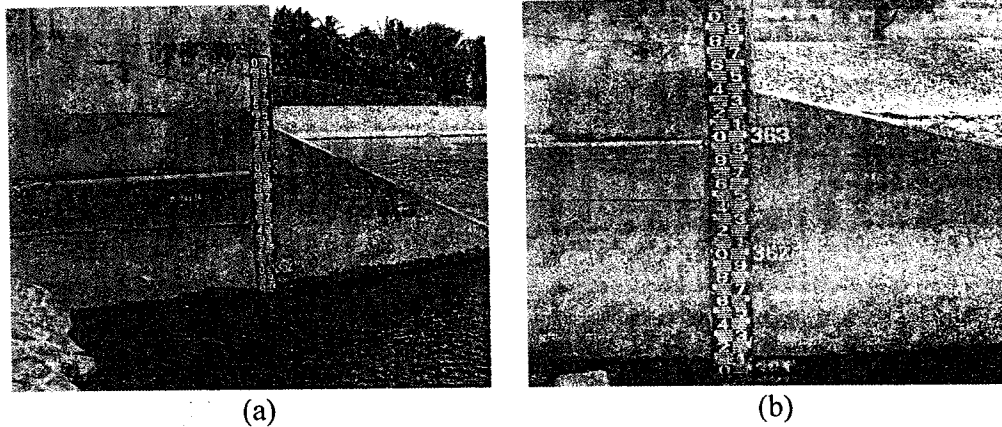
Data perubahan muka air Danau Singkarak selama survai diperlihatkan pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5. Data perubahan muka air Danau Singkarak yang diukur setiap jam selama survai atau selama 120jam..

Gambar 5.5. memperlihatkan bahwa muka air Danau Singkarak mengalami pengurangan selama survai. Pada saat awal survai, meteran untuk mengukur muka air Danau menunjukkan angka 361,10 m, sedangkan pada akhir survai, meteran menunjukkan angka 361,02 m. Hal ini berarti bahwa selama survai pada tahun 2008 terjadi penurunan muka air Danau Singkarak sekitar 8 cm. Hasil lain yang menarik untuk dikaji adalah selama periode 2005-2008, muka air Danau Singkarak mengalami penurunan sampai 79 cm. Hal ini dapat dilihat pada

Gambar 5.6 dimana meteran untuk mengukur muka air Danau menunjukkan harga yang berbeda pada tahun yang berbeda.

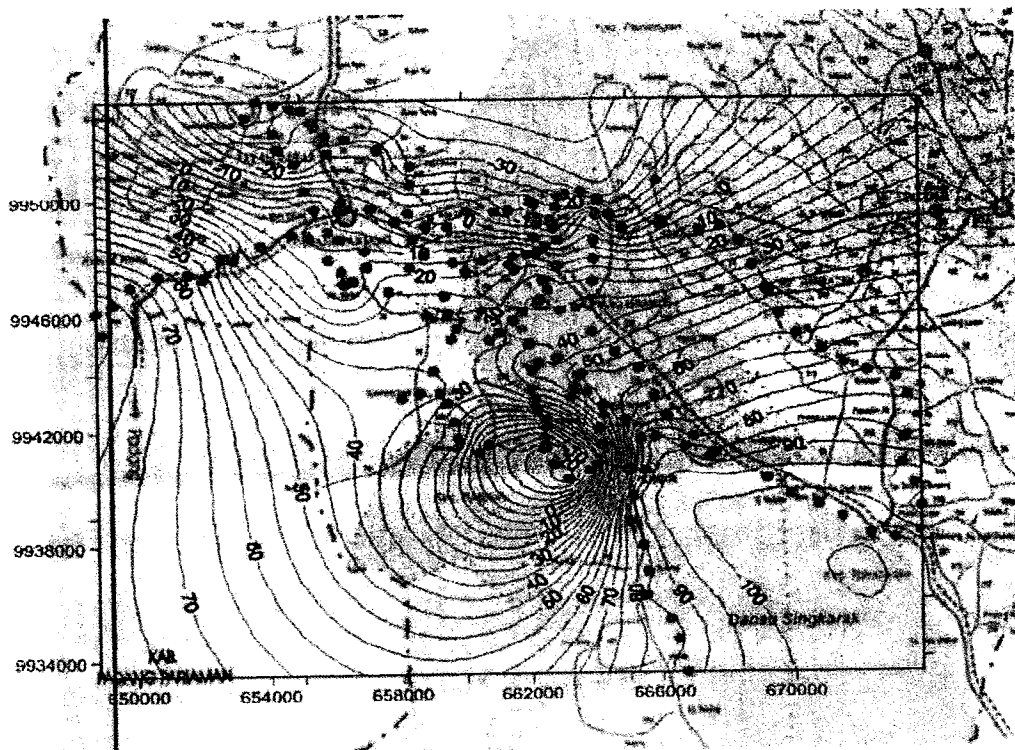


Gambar 5.6. Posisi muka air Danau Singkarak (a) menunjukkan angka 361,80 m pada tanggal 1-23 November 2005 dan (b) angka 361.02 m pada tanggal 2-5 Agustus 2008.

Penurunan muka air Danau Singkarak tidak hanya berpengaruh terhadap nilai gayaberat, tetapi juga berpengaruh operasi PLTA Singkarak dimana pada saat itu terjadi pemadaman listrik secara bergiliran di Kota Padang pada khususnya dan Sumatera Barat pada umumnya untuk mengantisipasi kekurangan suplai energi listrik dari PLTA Danau Singkarak akibat penurunan muka air danau. Dragert (1981) menemukan bahwa efek gayaberat akibat perubahan muka air danau dapat mencapai $60\mu\text{Gal}$ selama 3 tahun survai seperti kasus di Buttle Lake, kepulauan Vancouver, British Columbia. Oleh karena itu perlu diselidiki lebih lanjut pengaruh perubahan muka air Danau Singkarak terhadap nilai gayaberat hasil pengamatan.

5.1.3. Anomali gayaberat-mikro lokal dan anomali gayaberat-mikro time lapse.

Setelah nilai gayaberat hasil pengamatan dikoreksi terhadap efek tide dan efek drif dan belum dikoreksi terhadap penurunan muka air Danau Singkarak, maka nilai gayaberat pada setiap stasiun diplot dalam bentuk peta anomali gayaberat-mikro lokal tahun 2008. Program yang digunakan untuk pembuatan peta adalah Surfer(R) Version 8.0. Anomali gayaberat-mikro lokal dalam penelitian ini adalah perbedaan nilai gayaberat setiap stasiun terhadap nilai gayaberat pada titik BS. Dengan kata lain, nilai gayaberat pada setiap stasiun adalah nilai relatif terhadap nilai gayaberat di titik BS. Peta anomali gayaberat-mikro lokal tahun 2008 setelah dikombinasikan dengan peta jalan dapat dilihat pada Gambar 5.7.

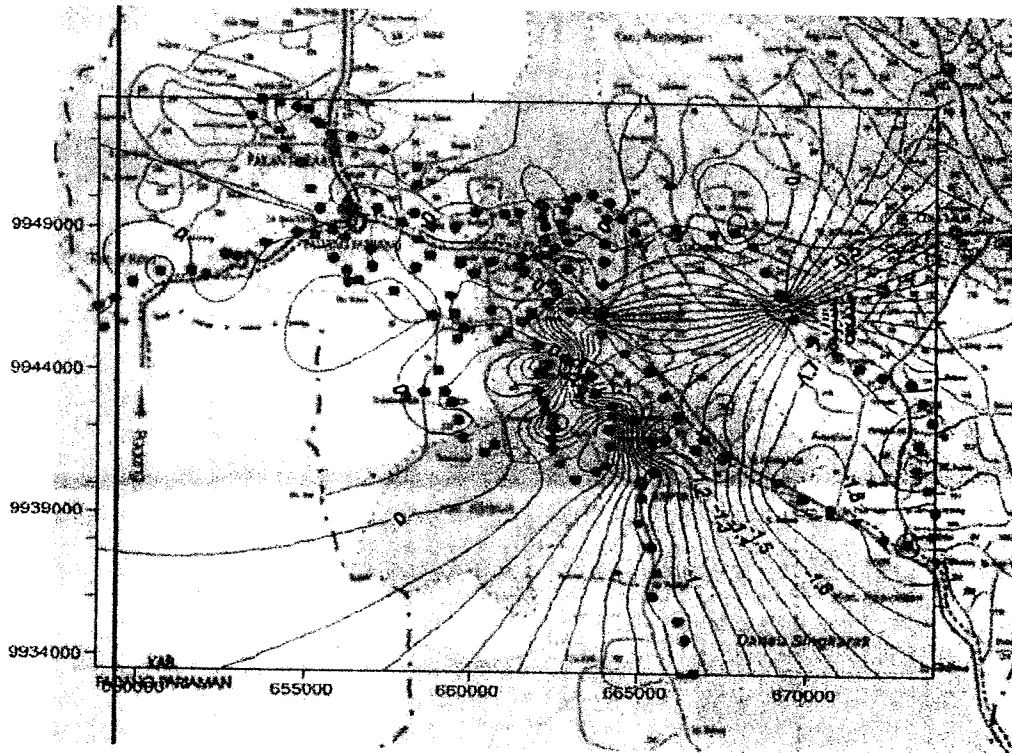


Gambar 5.7. Peta anomali gayaberat mikro lokal tahun 2008 setelah dikombinasikan dengan peta jalan

Bulantan warna hijau pada Gambar 5.7 adalah stasiun yang diamati di lapangan sedangkan garis-garis kontur adalah garis yang menghubungkan nilai gayaberat yang sama. Nilai nol pada peta kontur menunjukkan nilai anomali gayaberat pada titik BS dan titik lain yang nilainya sama dengan nilai gayaberat di titik BS. Nilai minus pada peta menunjukkan bahwa nilai gayaberat pada titik tersebut lebih kecil dari nilai gayaberat pada titik BS sedangkan nilai plus pada peta menunjukkan bahwa nilai gayaberat pada titik tersebut lebih besar dari nilai gayaberat pada titik BS. Bila dikaitkan dengan Hukum Gravitasi Newton maka nilai gayaberat pada suatu titik bergantung posisinya di permukaan bumi disamping massa dan jaraknya terhadap pusat bumi. Dengan asumsi tidak ada perubahan geometri dan massa dibawah permukaan maka nilai gayaberat hasil pengamatan hanya bergantung kepada posisinya di permukaan bumi. Ini berarti nilai gayaberat hasil pengamatan dapat menggambarkan keadaan topografi di daerah penelitian. Jika suatu titik yang jauh dari pusat bumi maka nilai gayaberatnya lebih kecil bila dibandingkan dengan titik yang dekat di permukaan bumi. Hal ini terlihat jelas pada Gambar 5.7 dimana nilai gayaberat suatu stasiun yang berada di Pakan Rabaa lebih kecil nilainya dari stasiun yang berada di Padang Panjang. Hal ini disebabkan posisi stasiun di Pakan Rabaa lebih tinggi dari posisi stasiun di Padang Panjang. Sebaliknya nilai gayaberat suatu stasiun yang berada di Malalo lebih besar nilai dari stasiun yang berada di Padang Panjang. Hal ini disebabkan posisi stasiun di Malalo lebih rendah dari posisi stasiun di Padang Panjang.

Peta kontur anomali-mikro lokal juga dapat menggambarkan struktur batuan di daerah penelitian dengan baik. Sebagai contoh, anomali disekitar Sumpur berubah sangat drastis bila dibandingkan dengan daerah-daerah lain. Hal ini berkaitan adanya perbukitan yang sangat terjal di sekitar Nagari Gunung Rajo, suatu nagari yang terletak agak ke barat daya dari Sumpur pada Gambar 5.7. Bila dikaitkan dengan peta geologi daerah penelitian, maka daerah tersebut merupakan jalur utama dari Sesar Sumatera. Gempabumi yang terjadi pada tanggal 6 Maret 2007 terletak disekitar kontur anomali pada Gambar 5.7.

Untuk melihat aktivitas sesar dalam selang waktu tertentu, maka peta yang digunakan adalah anomali gayaberat-mikro time lapse periode 2005-2008. Peta ini diperoleh dengan cara mengurangkan nilai anomali gayaberat-mikro lokal 2008 terhadap nilai anomali gayaberat-mikro lokal tahun 2005 pada setiap stasiun. Anomali gayaberat-mikro time laspe periode 2005-2008 dapat dilihat pada Gambar 5.8.



Gambar 5.8. Peta Anomali gayaberat mikro time lapse periode 2005-2008

Peta anomali gayaberat-mikro time lapse pada Gambar 5.8 memperlihatkan perubahan nilai gayaberat pada suatu stasiun selama periode 2005-2008 yang berasosiasi sebagai pergerakan sesar. Nilai anomali nol pada Gambar 5.8 menunjukkan bahwa pada daerah tersebut tidak terjadi perubahan nilai gayaberat selama periode 2005-2008. Dengan kata lain tidak terjadi perubahan struktur batuan akibat pergerakan sesar di daerah tersebut selama penelitian. Berdasarkan Gambar 5.8 dapat dilihat bahwa peta kontur dengan nilai anomali nol melewati daerah-daerah di sekitar Padang Panjang, Pakan Rabaa dan sebagian kecamatan Batipuh Selatan. Secara umum daerah tersebut agak jauh dari epecenter gempa bumi tanggal 6 Maret 2007. Posisi epicenter gempa bumi menurut USGS

(*United States Geological Survey*) adalah 0,490°LS dan 100,529°BT atau 670153 dan 10054179 dalam koordinat UTM (*Universal Transvers Mercator*).

Daerah yang mempunyai anomali tinggi berada arah agak ke Barat dari pasar Kubu Kerambil, daerah-daerah yang berada arah barat daya dari nagari Sumpur dan daerah-daerah yang berada disekitar kenagarian III Koto, agak ke barat dari Pasar Rambatan. Daerah-daerah yang disebutkan diatas adalah daerah-daerah yang mengalami kerusakan tertinggi pada saat terjadi gempa bumi besar tanggal 6 Maret 2007 lalu. Daerah-daerah tersebut telah menerima sosialisasi zona sesar aktif, konseling trauma dan konseling bangunan tahan gempa dari TIM. PENGABDIAN TERPADU UNP dalam rangka pengabdian masyarakat. Nilai anomali positif dan negatif pada daerah tersebut berasosiasi sebagai pergerakan sesar selama periode 2005-2008.

5. 2. Pembahasan

Jumlah stasiun yang diamati pada tahun 2008 adalah 199 stasiun tetapi jumlah stasiun yang diolah datanya adalah 174 stasiun. Hal ini disebabkan ada beberapa stasiun yang diukur berulang kali karena stasiun tersebut hanya berfungsi sebagai stasiun kontrol saja seperti stasiun BMG TBG, REKTORAT, LABFIS, SKA dan BMG PP. Nilai gayaberat masing-masing stasiun dibaca selama tiga kali agar hasil pembacaan lebih akurat. Nilai gayaberat yang dicatat dalam log book adalah nilai rata-rata dari dua pembacaan terdekat. Dari 199 stasiun yang diamati, masih ada 14 titik yang tidak diambil datanya seperti stasiun 04RB, 06RB, 07RB, 08RB, 09RB, 12KM, 13SN, 13SN, 16KM, 18SN, 25SN, 32RB, 42RB, 43RB. Hal

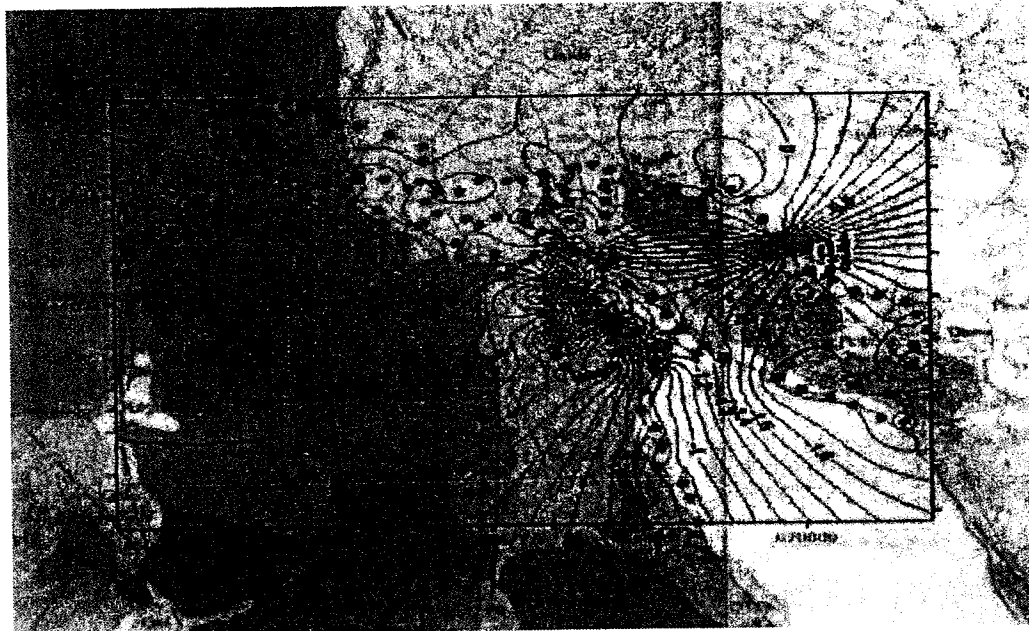
ini disebabkan karena ada dua atau lebih stasiun cukup berdekatan sehingga data yang diambil cukup pada satu stasiun saja. Penyebab lain adalah posisi stasiun sudah sangat sulit dikenali karena tanda-tandanya sudah tidak ditemukan lagi atau kondisi jalan sudah rusak berat. Lebih lanjut ada juga enam titik yang tidak diikutkan dalam pengolahan data karena nilainya sangat mencolok bila dibandingkan dengan nilai gayaberat stasiun disekitarnya seperti stasiun 48SN, 50SN, 33SL, 27SL, 30SL, 29SL. Nama-nama stasiun yang tidak diikutkan dalam pengolahan data dapat dilihat pada Tabel 6.1

Tabel 6.1 Nama-nama stasiun yang tidak diikutkan dalam pengolahan data

| No | Stasiun | $\Delta g(\mu\text{gal})$ | Keterangan |
|----|----------|---------------------------|--------------------------------|
| 1 | BMG TBG | - | stasiun kontrol |
| 2 | REKTORAT | - | stasiun kontrol |
| 3 | LABFIS | - | stasiun kontrol |
| 4 | SKA | - | stasiun kontrol |
| 5 | BMG PP | - | stasiun kontrol |
| 6 | 48SN | -4.309 | Nilai terlalu besar |
| 7 | 50SN | 14.913 | Nilai terlalu besar |
| 8 | 33SL | 3.969 | Nilai terlalu besar |
| 9 | 27SL | -11.794 | Nilai terlalu besar |
| 10 | 30SL | 6.59 | Nilai terlalu besar |
| 11 | 29SL | 9.959 | Nilai terlalu besar |
| 12 | 04RB | - | Tidak ada data pada tahun 2008 |
| 13 | 06RB | - | Tidak ada data pada tahun 2008 |
| 14 | 07RB | - | Tidak ada data pada tahun 2008 |
| 15 | 08RB | - | Tidak ada data pada tahun 2008 |
| 16 | 09RB | - | Tidak ada data pada tahun 2008 |
| 17 | 12KM | - | Tidak ada data pada tahun 2008 |
| 18 | 13SN | - | Tidak ada data pada tahun 2008 |
| 19 | 13SN | - | Tidak ada data pada tahun 2008 |
| 20 | 16KM | - | Tidak ada data pada tahun 2008 |
| 21 | 18SN | - | Tidak ada data pada tahun 2008 |
| 22 | 25SN | - | Tidak ada data pada tahun 2008 |
| 23 | 32RB | - | Tidak ada data pada tahun 2008 |
| 24 | 42RB | - | Tidak ada data pada tahun 2008 |
| 25 | 43RB | - | Tidak ada data pada tahun 2008 |

Walaupun ada 25 stasiun yang tidak diikuti dalam pengolahan data, anomali gayaberat-mikro time lapse periode 2005-2008 hasil pengamatan masih dapat menggambarkan adanya pergerakan sesar di daerah penelitian. Hal ini terlihat jelas pada Gambar 5.8 dimana adanya anomali-anomali berassosiasi sebagai pergerakan sesar.

Nilai anomali yang teramati di daerah penelitian berada di sekitar jalur utama Sesar Sumatera. Hal ini dapat diketahui dari peta anomali gayaberat-mikro time lapse periode 2005-2008 setelah dikombinasikan dengan peta geologi daerah penelitian seperti terlihat pada Gambar 5.9.

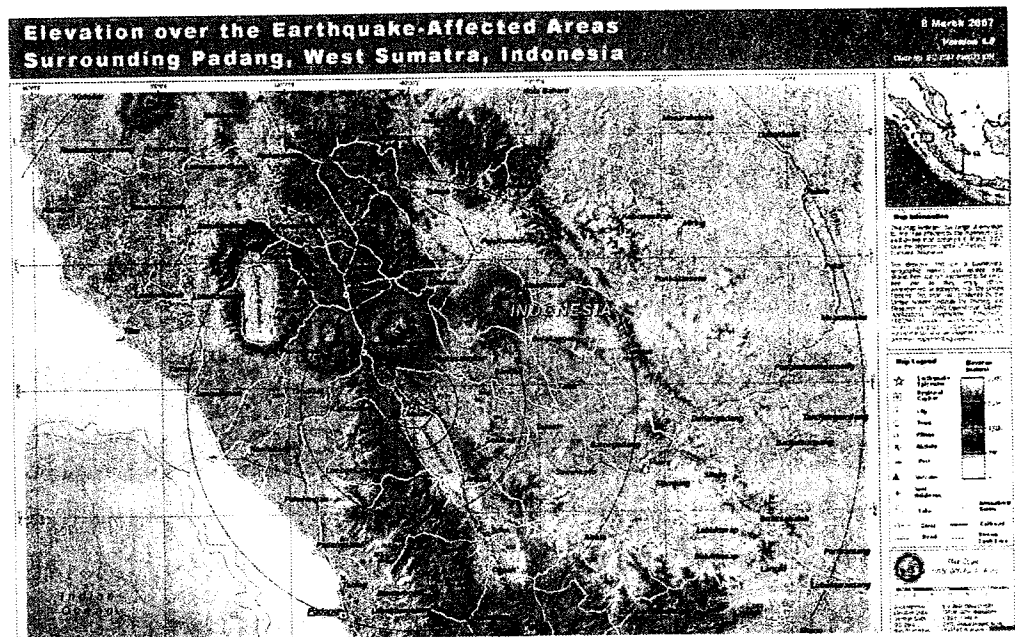


Gambar 5.9 Peta anomali gayaberat-mikro time lapse setelah dikombinasikan dengan peta geologi daerah penelitian.

Garis putus-putus berarah barat laut-tenggara pada peta geologi pada Gambar 5.9 merupakan jalur sesar utama di daerah penelitian dan garis ini hampir sejajar

dengan arah anomali gayaberat-mikro time lapse periode 2005-2008. Sedangkan anomali yang terletak pada arah timur laut dari Danau Singkarak, posisinya tepat pada jalur sesar yang berarah barat-laut tenggara.

Lebih jauh, posisi anomali-anomali pada peta anomali gayaberat-mikro time lapse periode 2005-2008 berdekatan dengan posisi dari epicenter gempa bumi yang terjadi tanggal 6 Maret 2007. Posisi epicenter gempa bumi dapat dilihat pada peta yang dikeluarkan oleh USGS seperti pada Gambar 5.10



Gambar 5.10 Posisi epicenter gempa bumi tanggal 6 Maret 2007 versi USGS.

USGS mencatat terjadi dua gempa berkekuatan masing-masing 6,4 dan 6,3 skala Richter berselang sekitar dua jam. Gempa kedua terjadi pada koordinat $0,490^{\circ}$ LS, $100,529^{\circ}$ BT pada kedalaman 30 km, pada jarak 55 km timur laut Padang. Sembilan jam kemudian USGS mencatat gempa ketiga pada koordinat

0.287° LS, 100.605° BT. Intensitas gempa susulan ini lebih rendah, dengan magnitudo 4,9 skala Richter. Posisi epicenter gempabumi tepat berada pada pinggir Danau Singkarak arah ke barat-laut

Selanjutnya, Badan Meteorologi dan Geofisika melaporkan tiga kali gempa. Gempa pertama berkekuatan 5,8 pada skala Richter terjadi di koordinat 0,480° LS, 100,370 BT pada kedalaman 33 km dengan lokasi 19 km selatan Kota Bukittinggi. Gempa kedua berkekuatan 5,8 SR pada koordinat 0,5 LS dan 100,4 BT di sebelah barat daya Batusangkar, terjadi pukul 10.49. Gempa ketiga, dengan pusat gempa tak jauh dari gempa sebelumnya, memiliki koordinat 0,5 LS dan 100,5 BT berkekuatan 5,8 SR pada pukul 12.49 WIB.

Adanya bukti bahwa posisi anomali gayaberat-mikro time lapse periode 2005-2008 berada dekat posisi episenter gempabumi tanggal 6 Maret 2007, maka daerah tersebut mesti mendapat perhatian secara terus-menerus oleh instansi-instansi terkait. Apalagi daerah tersebut mempunyai kerapatan penduduk yang cukup tinggi, maka sosialisasi hasil penelitian sebagai upaya mitigasi bencana alam gempabumi di daerah tersebut perlu dilakukan. Hal ini bertujuan untuk meminimalkan resiko bila bencana yang serupa terjadi lagi pada masa mendatang.

Meskipun metode gayaberat-mikro time lapse sudah berhasil mengidentifikasi pergerakan sesar dengan baik, namun parameter-parameter yang berasosiasi dengan pergerakan sesar belum berhasil diturunkan. Hal ini disebabkan pola kontur dari anomali gayaberat-mikro time lapse hasil pengamatan belum menunjukkan pola-pola tertentu yang menggambarkan gerak sesar berdasarkan model prisma sisi tegak seperti *dip-slip*, *strike-slip*, *tensile* dan

oblique-slip. Oleh Karena itu perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk memodifikasi teori pergerakan sesar agar anomali hasil pemodelan *fit* dengan anomali hasil pengamatan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan tujuan dan hasil penelitian, maka kesimpulan dari penelitian adalah sebagai berikut :

1. Respon teoritik berupa pola-pola dari anomali gayaberat-mikro time lapse hasil pemodelan menggunakan model prisma sisi tegak dapat menggambarkan gerak sesar tertentu seperti dip-slip, strike-slip, tensile dan oblique-slip.
2. Anomali gayaberat-mikro time lapse hasil pengamatan menunjukkan bahwa anomali muncul pada daerah-darah yang dilalui oleh jalur Sesar Sumatera. Posisi anomali-anomali pada peta anomali gayaberat-mikro periode 2005-2008 berdekatan dengan posisi episenter gempabumi tanggal 6 Maret 2007.

6.2 Saran

Saran-saran dari penelitian ini adalah

1. Perlu dilakukan modifikasi teori terhadap gerakan sesar menggunakan model tertentu agar anomali gayaberat-mikro time lapse hasil pemodelan fit dengan anomali gayaberat-mikro time lapse hasil pengamatan.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui efek perubahan muka air Danau Singkaak terhadap nilai anomali gayaberat hasil pengamatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akasaka, C., dan S Nakanishi, S. (2000) : A evaluation of the background noise for microgravity monitoring in the Oguni Field, Japan, Abstracts, *25th Stanford Geothermal Workshop*, 24-26 January 2000
- Allis, R.G., and Hunt, T.M., 1986, Analisis of exploitation-induced gravity changes at Airakei Geothermal Field: *Geophysics*, 51(8), p.1647-1660.
- Barnes, D.F., 1966, *Gravity changes during the Alaska earthquake*, *J.Geophys.Res.*, 71, p.451-456
- Bellier, O., Sebrier, M., et Pramumijoyo, S., 1991, *La grande faille de Sumatra: géométrie, cinématique et quantité de déplacement mises en évidence par l'imagerie satellitaire*, *C.R.Acad.Sci.Paris*, 312, Serie II: 1219-1226.
- Branston, M.W., dan Styles, P. (2003) : The application of time-lapse microgravity for the investigation and monitoring of subsidence at Northwick Cheshire, *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 36, 231-244.
- Chen, Y.T., Gu, H.D., and Lu, Z.X., 1979, *Variations of gravity before and after the Haicheng earthquake, 1975, and the Tangshan earthquake, 1976*, *Phys.Earth Planet.Inter.*, 18, p.330-338.
- Fauzi, A., 2006, Dekonvolusi anomali gayaberasat-mikro *time-lapse* untuk injeksi uap pada reservoir hidrokarbon, *Disertasi Program Doktor*, Institut Teknologi Bandung (diusulkan ke Sidang Terbuka pada tanggal 8 Juli 2006).
- Fauzi, A., dan Syafriani, 2005a, Penerapan metode gayaberasat-mikro *time-lapse* untuk mendeteksi pergerakan sesar di Segmen Sumani dan segmen Sianok, Laporan kemajuan tahap 1, PRSD-MIPA, RISTEK.
- Fauzi, A., dan Syafriani, 2005b, Penerapan metode gayaberasat-mikro *time-lapse* untuk mendeteksi pergerakan sesar di Segmen Sumani dan segmen Sianok, Laporan kemajuan tahap 2, PRSD-MIPA, RISTEK.
- Fauzi, A., 1997, Penafsiran kedalaman sesar Kerinci dari THP (Turunan Horizontal Pertama) anomali gayaberasat residual rata-rata berjalan menggunakan pendekatan kuadrat terkecil, Tesis S2, Program Pascasarjana Institut Teknologi Bandung.

- Fauzi, A., Kadir, WGA., Dahrin, D., dan Santoso, J., 2000, *Dekonvolusi Gayaberat 2-D untuk Menafsirkan Kedalaman Sesar di Segmen Sumani dan segmen Sianok*, Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan-Himpunan Ahli Geofisika Indonesia (PIT-HAGI) ke-25, Bandung, 3-4 Oktober 2000
- Fauzi, A., Kadir, WGA., Dahrin, D., dan Santoso, S., 2004, A stochastic model of time-lapse microgravity to detect the steam movement in Minas Field, Riau, Indonesia : the 7th SEGJ International Symposium, November 24-26, Tohoku University, Sendai, Japan (accepted).
- Fauzi, A., Kadir, WGA., Dahrin, D., dan Santoso, S., 2005, *Dekonvolusi data anomali gayaberat-mikro time-lapse menggunakan model ideal steamflood*, diusulkan untuk diterbitkan dalam jurnal akreditasi melalui Program Pelatihan Penulisan Artikel Ilmiah Terpusat, DP3M Ditjen Dikti yang diselenggarakan di Bandung tgl. 23-26 Mei 2005.
- Genrich, J.F., Bock., Y., McCaffrey, R., Prawirodirjo, L., Steven, C.W., Puntodewo, S.S.O., Subarya, C., and Wdowinski, S., 2000, Distribution of slip at the northern Sumatera fault system, J. Geophys. Res., 105, p.327-341.
- Hagiwara, Y., 1978, *Gravity change associated with seismic activities*, in *Earthquake Precursors*, edited by C. Kisslinger and Z. Suzuki, p.137-146, Japan Scientific Societies Press, Tokyo.
- Hare, J.L., Ferguson, J.F., Aiken, C.L.V., and Brady, J.L., 1999, The 4-D microgravity method for waterflood, surveillance : A model study for the Prudhoe Bay reservoir, Alaska : Geophysics, 64(1), p.78-87.
- Kamah, M.Y., Negara, C., Pulungan, I., and Budiardjo, B., 2001, Application Of Microgravity Methode On Monitoring Geothermal Reservoir Changes During Producing Of Steam In The Kamojang Geothermal Field, West Java Indonesia, Abstracts, 5th SEGJ International Symposium-Imaging Technology, Tokyo, Japan, 24-26 January 2001.
- Kadir, W.G.A, Santoso, D., and Sarkowi, M., 2004, Time-lapse vertical gradient microgravity measurement for subsidence mass change and vertical ground movement (subsidence) identification, case study: Semarang alluvial plain, Central Java, Indonesia: the 7th SEGJ International Symposium, November 24-26, Tohoku University, Sendai, Japan.
- Kemal, B.M., dan Fauzi, A., 2001, *Geodinamika Pulau Sumatera dan Implikasinya Terhadap Potensi Bencana Alam Geologi*, EKSAKTA, Vol.1(2) 2001

- Kisslinger, C., 1975, *Processes during the Matsushiro, Japan, earthquake swarm as revealed by leveling, gravity, and spring-flow observations*, *Geology*, 3, p.57-62.
- Natawidjaja, D., 2002, *Neotectonics of the Sumatran Fault And Paleogeodesy of the Sumatran Subduction Zone*, Ph.D Thesis, California Institute of Technology Pasadena, California
- Natawidjaya, D.H., Kumoro, Y, dan Suprijanto, J., 1995, Gempabumi tektonik daerah Bukittinggi-Muaralabuh : Hubungan segmentasi sesar aktif dengan gempabumi tahun 1926 dan 1943: Prosiding seminar sehari Geoteknologi dan Industrialisasi-LIPI.
- Natawijaya, D., dan Komoro, Y., 1995, *Gempa tektonik daerah Bukitting-Muaralabuh : hubungan segmentasi sesar aktif dengan gempabumi tahun 1926 dan 1943*, Prosiding Hasil-hasil Penelitian Puslitbang Geoteknologi-LIPI.
- Okada, Y., 1985, Surface deformation due to shear an *tensile* fault in a half-space, *Bull.Seismol.Soc.Am*, 75, p.1135-1154
- Okubo, S., 1991, Potential and gravity changes raised by point dislocations, *Geophys. J. Int.*, 105, 573-586.
- Okubo, S., 1992, Gravity and potential changes due to shear and *tensile* faults in a half-space, *J.Geophys.Res*, 97,7137-7144.
- Plouff, D., 1976, *Gravity and magnetic field of polygonal prisms and application to magnetic terrain corrections*, *Geophysics*, 41(4), p.727-741.
- Prawirodirjo, L., Bock, Y., Genrich, J.F., Puntodewo,S.S.O., Rais, J., Subarya, C, and Sutisna, S., 2000, One century of tectonic deformation along the Sumatran fault from triangulation and Global Positioning System surveys, *J. Geophysy.Res.*,105, p.343-361.
- Santoso, J., Kadir, W.G.A., Sarkowi, M., Adriansyah, and Waluyo, 2004, Time-lapse microgravity study for injection water monitoring of Talang Jimar Field: the 7th SEGJ International Symposium, November 24-26,Tohoku University, Sendai, Japan.
- Sieh, K., and Natawidjaya, D., 2000, Neotectonics of the Sumatran fault, Indonesia, *J. Geophysy.Res.*,105, p.295-326.
- Sukmono, S., Zen, M.T., Kadir, W.G.A., Hendrajaya, L., Santoso, D., and Dubois, J., 1996, *Fractal Geometry of The Sumatera Active Fault System and Its Geodynamical Implications*, *J. Geodynamics*, Vol. 22.

- Sun, W., and Okubo, S., 1998, Surface potential and gravity changes due to internal dislocations in a spherical earth: II. Application to a finite fault, *Geophysical Journal International*, Volume 132, Issue 1, Page 79-88, Jan 1998,
- Untung, M., Buyung, N., Kertapati, E., Undang and Allen, C., 1985, Rupture along the Great Sumatran Fault, Indonesia, during the earthquakes of 1926 and 1943, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 75, 313-317.
- Widiantoro, S., 2007, *Gempabumi dan tomografi pulau Sumatera*, makalah disampaikan dalam seminar dan diskusi singkat dengan tema : **Potensi Bencana Alam Sumatera Barat: Gempa Bumi, Tsunami dan Dampak Perubahan Iklim**, diselenggarakan di Padang tanggal 26 Maret 2007.
- Yi-qing, Z., Gui-zhi, Z., and XU Yun-ma, 2004, Gravity evolution and earthquake activities of the northeastern edge of Qinghai-Xizang block, *ACTA SEISMOLOGICA SINICA*, Vol.17., Nov., 2004, Supp. (76~84).
- Yoshida, S., Seta, G., Okubo, S., and Kobayashi, S., 1979, *Absolute gravity change associated with the March 1997 earthquake swarm in the Izu Peninsula, Japan*, *Earth Planets Space*, 51, p.3-12
- Zhao, S., 1995, Detection of the active segment at the Red River Fault Zone by inversion of observed gravity changes, *J. Geodynamics*, 20(1), p.41-62
- van Galderen, M., Haagmans, R., and Bilker, M., 1999, Gravity changes and natural gas extraction in Groningen: *Geophysical Prospecting*, 47, p.979-993.

LAMPIRAN A

SURVAI GAYABERAT-MIKRO DI SEGMENT SUMANI DAN SIANOK

Lokasi : Padang Panjang dan sekitarnya
 Hari/tanggal : Sabtu, 2 Agustus 2008

Operator : Teguh Suryo, Operator BMG Jakarta

- Alat : 1. GPS Garmin 1 unit
 2. Altimeter 1 unit
 3. Gravimeter : Scintrex CG-5 Autograv, 1 unit
 4. Kamera digital 1 unit

| STASIUN | COORDINAT | | Waktu | Tinggi (m) | g_baca (mgal) | SD | tide (mgal) | drif (mgal) | g_obs (mgal) | Δg-lokal (mgal) | Keterangan |
|----------|-----------|-------------|----------|------------|---------------|-------|-------------|-------------|--------------|-----------------|------------------------|
| | Bujur (m) | Lintang (m) | | | | | | | | | |
| BMG TBG | 649854 | 9901028 | 7:36:19 | 6 | 1830.508 | 0.086 | 0.059 | 0 | 1830.508 | 0.000 | |
| BMG TBG | | | 7:36:47 | | 1830.504 | 0.139 | 0.059 | 0 | 1830.504 | -0.004 | |
| BMG TBG | | | 7:37:12 | | 1830.504 | 0.076 | 0.06 | 0 | 1830.504 | -0.004 | |
| REKTORAT | 650241 | 9900792 | 7:51:37 | 6.5 | 1831.063 | 0.09 | 0.076 | -0.002 | 1831.065 | 0.557 | |
| REKTORAT | | | 7:52:05 | | 1831.066 | 0.126 | 0.077 | -0.002 | 1831.068 | 0.560 | |
| REKTORAT | | | 7:52:30 | | 1831.075 | 0.13 | 0.077 | -0.002 | 1831.077 | 0.569 | |
| LABFIS | 650241 | 9900792 | 8:05:31 | 6.5 | 1830.514 | 0.152 | 0.092 | -0.003 | 1830.517 | 0.009 | |
| LABFIS | | | 8:05:59 | | 1830.5 | 0.258 | 0.093 | -0.003 | 1830.503 | -0.005 | |
| LABFIS | | | 8:06:24 | | 1830.513 | 0.161 | 0.093 | -0.003 | 1830.516 | 0.008 | |
| BS | 656399 | 9949678 | 11:48:31 | 761 | 1647.74 | 0.016 | 0.157 | -0.028 | 1647.768 | -182.740 | Rumah |
| BS | | | 11:48:59 | | 1647.741 | 0.037 | 0.156 | -0.028 | 1647.769 | -182.739 | |
| BMG PP | 655429 | 9949698 | 12:13:29 | 719 | 1660.326 | 0.314 | 0.138 | -0.031 | 1660.357 | -170.151 | |
| BMG PP | | | 12:13:57 | | 1660.261 | 0.186 | 0.137 | -0.031 | 1660.292 | -170.216 | |
| BMG PP | | | 12:14:22 | | 1660.257 | 0.021 | 0.137 | -0.031 | 1660.288 | -170.220 | |
| SKA | 655271 | 9948762 | 12:25:05 | 721 | 1656.644 | 0.045 | 0.127 | -0.032 | 1656.676 | -173.832 | h = 733 |
| SKA | | | 12:25:33 | | 1656.644 | 0.032 | 0.127 | -0.032 | 1656.676 | -173.832 | |
| 05SN | 656171 | 9948684 | 12:53:32 | 735 | 1654.846 | 0.102 | 0.1 | -0.036 | 1654.882 | -175.626 | Dekat tiang Listrik |
| | | | 12:54:00 | | 1654.926 | 0.03 | 0.099 | -0.036 | 1654.962 | -175.546 | |
| | | | 12:54:25 | | 1654.936 | 0.043 | 0.099 | -0.036 | 1654.972 | -175.536 | |
| 06SN | 656970 | 9948272 | 13:06:11 | 722 | 1659.135 | 0.059 | 0.086 | -0.037 | 1659.172 | -171.336 | Dekat Rumpun Pisang |
| | | | 13:06:39 | | 1659.172 | 0.188 | 0.086 | -0.037 | 1659.209 | -171.299 | |
| | | | 13:07:04 | | 1659.164 | 0.119 | 0.085 | -0.037 | 1659.201 | -171.307 | |
| 07SNa | 657902 | 9947742 | 13:18:26 | 699 | 1664.787 | 0.273 | 0.073 | -0.038 | 1664.825 | -165.683 | Tiang pondok pesantren |
| | | | 13:18:54 | | 1664.734 | 0.15 | 0.072 | -0.038 | 1664.772 | -165.736 | |
| | | | 13:19:19 | | 1664.741 | 0.148 | 0.072 | -0.039 | 1664.780 | -165.728 | |

| | | | | | | | | | | | |
|------|--------|---------|----------|-----|----------|-------|--------|--------|----------|----------|-----------------------|
| 07SN | 658317 | 9947654 | 13:25:13 | 685 | 1665.525 | 0.282 | 0.065 | -0.039 | 1665.564 | -164.944 | dekat tiang LLAJ |
| | | | 13:25:41 | | 1665.519 | 0.108 | 0.065 | -0.039 | 1665.558 | -164.950 | |
| 08SN | 659639 | 9947808 | 13:40:42 | 681 | 1662.93 | 0.08 | 0.048 | -0.041 | 1662.971 | -167.537 | Dekat kayu |
| | | | 13:41:10 | | 1662.929 | 0.08 | 0.047 | -0.041 | 1662.970 | -167.538 | |
| 09SN | 660054 | 9947486 | 13:46:32 | 666 | 1666.163 | 0.084 | 0.041 | -0.042 | 1666.205 | -164.303 | Base Geodesi |
| | | | 13:47:00 | | 1666.167 | 0.043 | 0.04 | -0.042 | 1666.209 | -164.299 | |
| 10SN | 660551 | 9946156 | 13:53:53 | 631 | 1673.487 | 0.037 | 0.032 | -0.042 | 1673.529 | -156.979 | Tanda Besi |
| | | | 13:54:21 | | 1673.49 | 0.055 | 0.032 | -0.042 | 1673.532 | -156.976 | |
| 11SN | 661068 | 9945358 | 14:00:49 | 605 | 1680.891 | 0.077 | 0.024 | -0.043 | 1680.934 | -149.574 | Simpang empat |
| | | | 14:01:17 | | 1680.949 | 0.165 | 0.024 | -0.043 | 1680.992 | -149.516 | |
| | | | 14:01:42 | | 1680.921 | 0.048 | 0.024 | -0.043 | 1680.964 | -149.544 | |
| 12SN | 661963 | 9944972 | 14:10:09 | 564 | 1686.373 | 0.215 | 0.014 | -0.044 | 1686.417 | -144.091 | Dekat Tangga |
| | | | 14:10:37 | | 1686.365 | 0.255 | 0.014 | -0.044 | 1686.409 | -144.099 | |
| 13SN | 662820 | 9944900 | 14:17:30 | 547 | 1688.37 | 0.041 | 0.007 | -0.045 | 1688.415 | -142.093 | Dekat jembatan |
| | | | 14:17:58 | | 1688.375 | 0.035 | 0.006 | -0.045 | 1688.420 | -142.088 | |
| 14SN | 660769 | 9945130 | 14:45:20 | 624 | 1678.335 | 0.022 | -0.021 | -0.048 | 1678.383 | -152.125 | Dalam tugu |
| | | | 14:45:48 | | 1678.337 | 0.032 | -0.021 | -0.048 | 1678.385 | -152.123 | |
| 15SN | 659470 | 9946022 | 15:21:07 | 641 | 1680.064 | 0.069 | -0.053 | -0.052 | 1680.116 | -150.392 | Tengah Jembatan |
| | | | 15:21:35 | | 1680.088 | 0.033 | -0.053 | -0.052 | 1680.140 | -150.368 | |
| | | | 15:22:00 | | 1680.105 | 0.139 | -0.054 | -0.052 | 1680.157 | -150.351 | |
| 16SN | 659726 | 9945510 | 15:32:38 | 689 | 1678.046 | 0.025 | -0.061 | -0.053 | 1678.099 | -152.409 | Tikungan |
| | | | 15:33:06 | | 1678.055 | 0.015 | -0.062 | -0.054 | 1678.109 | -152.399 | |
| 17SN | 659562 | 9945176 | 15:39:36 | 636 | 1680.98 | 0.027 | -0.066 | -0.054 | 1681.034 | -149.474 | |
| | | | 15:40:04 | | 1680.987 | 0.068 | -0.067 | -0.054 | 1681.041 | -149.467 | |
| 19SN | 659025 | 9944028 | 15:48:18 | 634 | 1682.032 | 0.061 | -0.072 | -0.055 | 1682.087 | -148.421 | Sejajar Tiang Listrik |
| | | | 15:48:46 | | 1682.039 | 0.027 | -0.072 | -0.055 | 1682.094 | -148.414 | |
| 20SN | 658594 | 9943284 | 16:04:02 | 623 | 1684.911 | 0.09 | -0.08 | -0.057 | 1684.968 | -145.540 | Depan Heler |
| | | | 16:04:30 | | 1684.924 | 0.037 | -0.08 | -0.057 | 1684.981 | -145.527 | |
| | | | 16:04:55 | | 1684.934 | 0.094 | -0.08 | -0.057 | 1684.991 | -145.517 | |
| 21SN | 658031 | 9943138 | 16:10:59 | 622 | 1684.526 | 0.355 | -0.082 | -0.058 | 1684.584 | -145.924 | Simpang |
| | | | 16:11:27 | | 1684.609 | 0.186 | -0.082 | -0.058 | 1684.667 | -145.841 | |
| | | | 16:11:52 | | 1684.723 | 0.15 | -0.083 | -0.058 | 1684.781 | -145.727 | |
| | | | 16:12:35 | | 1684.643 | 0.073 | -0.083 | -0.058 | 1684.701 | -145.807 | |
| | | | 16:13:03 | | 1684.657 | 0.053 | -0.083 | -0.058 | 1684.715 | -145.793 | |
| | | | 16:13:28 | | 1684.651 | 0.338 | -0.083 | -0.058 | 1684.709 | -145.799 | |
| 22SN | 659198 | 9943294 | 16:21:08 | 617 | 1685.917 | 0.017 | -0.086 | -0.059 | 1685.976 | -144.532 | Jembatan |
| | | | 16:21:36 | | 1685.922 | 0.021 | -0.086 | -0.059 | 1685.981 | -144.527 | |
| 23SN | 659404 | 9942952 | 16:27:26 | 678 | 1674.911 | 0.018 | -0.087 | -0.06 | 1674.971 | -155.537 | Pendakian |

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|---------|----------|-----|----------|-------|--------|--------|----------|----------|---------------------|
| | | | 16:27:54 | | 1674.902 | 0.016 | -0.088 | -0.06 | 1674.962 | -155.546 | |
| | | | 16:28:19 | | 1674.902 | 0.052 | -0.088 | -0.06 | 1674.962 | -155.546 | |
| 24SN | 660388 | 9941228 | 16:35:09 | 829 | 1669.538 | 0.031 | -0.089 | -0.061 | 1669.599 | -160.909 | Tanda Silang merah |
| | | | 16:35:37 | | 1669.549 | 0.054 | -0.089 | -0.061 | 1669.610 | -160.898 | |
| | | | 16:36:02 | | 1669.534 | 0.042 | -0.089 | -0.061 | 1669.595 | -160.913 | |
| | 659618 | 9942278 | 16:43:43 | 707 | 1669.492 | 0.067 | -0.09 | -0.061 | 1669.553 | -160.955 | Sejajar batang kayu |
| | | | 16:44:11 | | 1669.499 | 0.015 | -0.09 | -0.062 | 1669.561 | -160.947 | |
| 25aSN | 659732 | 9941670 | 17:03:26 | 706 | 1670.262 | 0.477 | -0.09 | -0.064 | 1670.326 | -160.182 | Sebelum jembatan |
| | | | 17:03:54 | | 1670.254 | 0.161 | -0.089 | -0.064 | 1670.318 | -160.190 | |
| 25SN | 660695 | 9941490 | 17:12:30 | 841 | 1641.302 | 0.228 | -0.088 | -0.065 | 1641.367 | -189.141 | Tengah jembatan |
| | | | 17:12:58 | | 1641.353 | 0.116 | -0.088 | -0.065 | 1641.418 | -189.090 | |
| | | | 17:13:23 | | 1641.308 | 0.201 | -0.088 | -0.065 | 1641.373 | -189.135 | |
| | | | 17:14:02 | | 1641.368 | 0.034 | -0.088 | -0.065 | 1641.433 | -189.075 | |
| 26SN | | | 17:28:44 | | 1639.042 | 0.042 | -0.084 | -0.066 | 1639.108 | -191.400 | |
| | | | 17:29:12 | | 1639.051 | 0.037 | -0.084 | -0.067 | 1639.118 | -191.390 | |
| | | | 17:29:37 | | 1639.053 | 0.055 | -0.084 | -0.067 | 1639.120 | -191.388 | |
| 27SN | 658836 | 9945966 | 18:02:47 | 670 | 1675.567 | 0.031 | -0.067 | -0.07 | 1675.637 | -154.871 | Dekat tembok rumah |
| | | | 18:03:15 | | 1675.569 | 0.021 | -0.067 | -0.07 | 1675.639 | -154.869 | |
| 28SN | 657683 | 9946858 | 18:12:33 | 683 | 1672.864 | 0.022 | -0.061 | -0.071 | 1672.935 | -157.573 | Tengah jembatan |
| | | | 18:13:01 | | 1672.864 | 0.019 | -0.061 | -0.072 | 1672.936 | -157.572 | |
| 29SN | 657022 | 9947684 | 18:20:38 | 712 | 1665.253 | 0.085 | -0.056 | -0.072 | 1665.325 | -165.183 | Tiang Telepon |
| | | | 18:21:06 | | 1665.276 | 0.296 | -0.055 | -0.072 | 1665.348 | -165.160 | |
| | | | 18:21:31 | | 1665.194 | 0.208 | -0.055 | -0.072 | 1665.266 | -165.242 | |
| 30SN | 656236 | 9947532 | 18:27:28 | 732 | 1660.582 | 0.075 | -0.05 | -0.073 | 1660.655 | -169.853 | Depan pabrik kapur |
| | | | 18:27:56 | | 1660.556 | 0.066 | -0.05 | -0.073 | 1660.629 | -169.879 | |
| | | | 18:28:21 | | 1660.588 | 0.063 | -0.05 | -0.073 | 1660.661 | -169.847 | |
| 31SN | 656297 | 9947134 | 18:33:44 | 748 | 1655.474 | 0.077 | -0.046 | -0.074 | 1655.548 | -174.960 | Lereng |
| | | | 18:34:12 | | 1655.466 | 0.068 | -0.045 | -0.074 | 1655.540 | -174.968 | |
| | | | 18:34:37 | | 1655.478 | 0.057 | -0.045 | -0.074 | 1655.552 | -174.956 | |
| 32SN | 656591 | 9947206 | 18:52:28 | 755 | 1656.747 | 0.054 | -0.029 | -0.076 | 1656.823 | -173.685 | Simpang |
| | | | 18:52:56 | | 1656.745 | 0.038 | -0.028 | -0.076 | 1656.821 | -173.687 | |
| 33SN | 655850 | 9947948 | 19:02:56 | 735 | 1660.567 | 0.084 | -0.018 | -0.077 | 1660.644 | -169.864 | Dekat Kayu |
| | | | 19:03:24 | | 1660.559 | 0.076 | -0.018 | -0.077 | 1660.636 | -169.872 | |
| BS | 656384 | 9949700 | 19:16:55 | 784 | 1647.889 | 0.13 | -0.005 | -0.079 | 1647.968 | -182.540 | Rumah |
| | | | 19:17:23 | | 1647.896 | 0.095 | -0.005 | -0.079 | 1647.975 | -182.533 | |
| | | | 19:17:48 | | 1647.894 | 0.015 | -0.005 | -0.079 | 1647.973 | -182.535 | |
| LABFIS | 650241 | 9900792 | 0:02:13 | 7.5 | 1830.498 | 0.173 | 0.133 | -0.111 | 1830.609 | 0.101 | |

SURVAI GAYABERAT-MIKRO DI SEGMENT SUMANI DAN SIANOK

Lokasi : Padang Panjang dan sekitarnya
 Hari/tanggal : Minggu, 3 Agustus 2008

Operator : Teguh Suryo, Operator BMG Jakarta
 Alat : 1. GPS Garmin 1 unit
 2. Altimeter 1 unit
 3. Gravimeter : Scintrex CG-5 Autograv, 1 unit
 4. Kamera digital 1 unit

| STASIUN | KOORDINAT | | Waktu | Tinggi (m) | g_baca (mgal) | SD | tide (mgal) | drif (mgal) | g_obs (mgal) | Δg-lokal (mgal) | Keterangan |
|----------|-----------|-------------|----------|------------|---------------|-------|-------------|-------------|--------------|-----------------|---------------|
| | Bujur (m) | Lintang (m) | | | | | | | | | |
| BMG | | | 6:37:16 | | 1830.774 | 0.096 | -0.036 | 0.000 | 1830.774 | 1830.774 | |
| REKTORAT | 650241 | 9900792 | 6:46:51 | 5 | 1831.347 | 0.191 | -0.027 | 0.002 | 1831.345 | 1831.345 | |
| REKTORAT | | | 6:47:19 | | 1831.344 | 0.187 | -0.027 | 0.002 | 1831.342 | 1831.342 | |
| LAB FIS | 650241 | 9900792 | 6:54:53 | 5 | 1830.796 | 0.225 | -0.02 | 0.004 | 1830.792 | 1830.792 | |
| LAB FIS | | | 6:55:21 | | 1830.795 | 0.249 | -0.02 | 0.004 | 1830.791 | 1830.791 | |
| BMG PP | 655429 | 9949698 | 9:01:18 | 690 | 1660.772 | 0.029 | 0.107 | 0.030 | 1660.742 | 1660.742 | |
| BMG PP | | | 9:01:46 | | 1660.797 | 0.023 | 0.107 | 0.030 | 1660.767 | 1660.767 | |
| BMG PP | | | 9:02:11 | | 1660.782 | 0.021 | 0.108 | 0.030 | 1660.752 | 1660.752 | |
| SKA | 655271 | 9948762 | 9:11:44 | 696 | 1657.21 | 0.029 | 0.116 | 0.032 | 1657.178 | 1657.178 | |
| SKA | | | 9:12:12 | | 1657.209 | 0.042 | 0.117 | 0.033 | 1657.176 | 1657.176 | |
| BS | 656399 | 9949678 | 9:21:03 | 746 | 1648.264 | 0.028 | 0.124 | 0.034 | 1648.230 | 1648.230 | |
| BS | | | 9:21:31 | | 1648.265 | 0.023 | 0.124 | 0.034 | 1648.231 | 1648.231 | |
| 05SL | 660569 | 9947876 | 10:33:51 | 651 | 1664.07 | 0.112 | 0.165 | 0.049 | 1664.021 | 1664.021 | Batabg kelapa |
| | | | 10:34:19 | | 1664.078 | 0.099 | 0.165 | 0.050 | 1664.028 | 1664.028 | |
| 06SL | 661542 | 9947554 | 10:43:50 | 612 | 1672.353 | 0.094 | 0.168 | 0.052 | 1672.301 | 1672.301 | Batang kayu |
| | | | 10:44:18 | | 1672.363 | 0.137 | 0.168 | 0.052 | 1672.311 | 1672.311 | |
| 07SL | 662402 | 9947156 | 10:50:59 | 578 | 1682.62 | 0.074 | 0.169 | 0.053 | 1682.567 | 1682.567 | Tiang telepon |
| | | | 10:51:27 | | 1682.59 | 0.268 | 0.169 | 0.053 | 1682.537 | 1682.537 | |
| | | | 10:51:52 | | 1682.651 | 0.177 | 0.169 | 0.053 | 1682.598 | 1682.598 | |
| | | | 10:52:36 | | 1682.615 | 0.037 | 0.169 | 0.053 | 1682.562 | 1682.562 | |
| 08SL | 662552 | 9946860 | 10:58:34 | 590 | 1680.123 | 0.15 | 0.169 | 0.055 | 1680.068 | 1680.068 | Tiang |
| | | | 10:59:02 | | 1680.089 | 0.297 | 0.169 | 0.055 | 1680.034 | 1680.034 | |
| | | | 10:59:27 | | 1680.194 | 0.277 | 0.169 | 0.055 | 1680.139 | 1680.139 | |
| | | | 10:59:59 | | 1680.118 | 0.109 | 0.17 | 0.055 | 1680.063 | 1680.063 | |
| | | | 11:00:27 | | 1680.128 | 0.139 | 0.17 | 0.055 | 1680.073 | 1680.073 | |
| 09SL | 662848 | 9947652 | 11:43:18 | 670 | 1669.143 | 0.463 | 0.164 | 0.064 | 1669.079 | 1669.079 | Pohon pinang |

SURVAI GAYABERAT-MIKRO DI SEGMENT SUMANI DAN SIANOK

Lokasi : Padang Panjang dan sekitarnya
 Hari/tanggal : Senin, 4 Agustus 2008

Operator : Teguh Suryo, Operator BMG Jakarta

Alat : 1. GPS Garmin 1 unit

2: Altimeter 1 unit

3. Gravimeter : Scintrex CG-5 Autograv, 1 unit

4. Kamera digital 1 unit

| STASIUN | COORDINAT | | TIME | Tinggi (m) | GRAV | SD | TIDE | DRIF | g_obs (mgal) | Δg-lokal (mgal) | Keterangan |
|----------|-----------|-------------|----------|------------|----------|-------|--------|-------|-----------------|--------------------|---------------|
| | Bujur (m) | Lintang (m) | | | | | | | | | |
| BMG TBG | 655429 | 9949698 | 6:15:17 | 6 | 1831.067 | 0.069 | -0.06 | 0 | 1831.067 | 0.000 | |
| | | | 6:15:45 | | 1831.058 | 0.057 | -0.06 | 0 | 1831.058 | -0.009 | |
| | | | 6:16:10 | | 1831.061 | 0.052 | -0.06 | 0 | 1831.061 | -0.006 | |
| REKTORAT | 650241 | 9900792 | 6:25:06 | 2 | 1831.623 | 0.078 | -0.056 | 0.004 | 1831.619 | 0.552 | |
| | | | 6:25:34 | | 1831.62 | 0.075 | -0.056 | 0.004 | 1831.616 | 0.549 | |
| LAB FIS | 650241 | 9900792 | 6:31:21 | 1 | 1831.079 | 0.118 | -0.053 | 0.007 | 1831.072 | 0.005 | |
| | | | 6:31:49 | | 1831.087 | 0.122 | -0.053 | 0.007 | 1831.080 | 0.013 | |
| BMG PP | 655429 | 9949693 | 8:50:00 | 693 | 1661.137 | 0.026 | 0.057 | 0.064 | 1661.073 | -169.994 | |
| | | | 8:50:28 | | 1661.133 | 0.084 | 0.057 | 0.064 | 1661.069 | -169.998 | |
| SKA | 656384 | 9948762 | 8:58:17 | 703 | 1657.555 | 0.047 | 0.064 | 0.068 | 1657.487 | -173.580 | |
| | | | 8:58:45 | | 1657.563 | 0.033 | 0.064 | 0.068 | 1657.495 | -173.572 | |
| BS | 656384 | 9949700 | 9:10:20 | 750 | 1648.635 | 0.056 | 0.075 | 0.073 | 1648.562 | -182.505 | |
| | | | 9:10:48 | | 1648.642 | 0.137 | 0.075 | 0.073 | 1648.569 | -182.498 | |
| 35SN | 656252 | 9949922 | 9:53:11 | 759 | 1647.553 | 0.157 | 0.11 | 0.09 | 1647.463 | -183.604 | tiang |
| | | | 9:53:39 | | 1647.529 | 0.032 | 0.11 | 0.09 | 1647.439 | -183.628 | |
| | | | 9:54:04 | | 1647.554 | 0.226 | 0.11 | 0.091 | 1647.463 | -183.604 | |
| 36SN | 657146 | 9949714 | 10:02:21 | 749 | 1646.21 | 0.013 | 0.116 | 0.094 | 1646.116 | -184.951 | jembatan |
| | | | 10:02:49 | | 1646.223 | 0.026 | 0.116 | 0.094 | 1646.129 | -184.938 | |
| | | | 10:03:14 | | 1646.227 | 0.08 | 0.116 | 0.095 | 1646.132 | -184.935 | |
| 37SN | 657878 | 9949250 | 10:09:23 | 763 | 1644.16 | 0.036 | 0.12 | 0.097 | 1644.063 | -187.004 | tiang |
| | | | 10:09:51 | | 1644.137 | 0.084 | 0.121 | 0.097 | 1644.040 | -187.027 | |
| | | | 10:11:07 | | 1644.179 | 0.019 | 0.122 | 0.098 | 1644.081 | -186.986 | |
| 38SN | 658779 | 9949120 | 10:18:31 | 751 | 1646.01 | 0.317 | 0.126 | 0.101 | 1645.909 | -185.158 | |
| | | | 10:18:59 | | 1645.828 | 0.167 | 0.126 | 0.101 | 1645.727 | -185.340 | |
| | | | 10:19:24 | | 1646.008 | 0.054 | 0.126 | 0.101 | 1645.907 | -185.160 | |
| 40SN | 659471 | 9949074 | 10:41:26 | 722 | 1651.687 | 0.066 | 0.137 | 0.11 | 1651.577 | -179.490 | tiang Listrik |

| | | | | | | | | | | |
|------|--------|---------|----------|----------|-------|-------|-------|----------|----------|----------------------|
| 41SN | 660068 | 9949608 | 10:41:54 | 1651.692 | 0.049 | 0.137 | 0.11 | 1651.582 | -179.485 | |
| | | | 10:47:54 | 1646.94 | 0.095 | 0.14 | 0.113 | 1646.827 | -184.240 | tiang Listrik |
| | | | 10:48:22 | 1646.951 | 0.113 | 0.14 | 0.113 | 1646.838 | -184.229 | |
| 42SN | 660935 | 9949552 | 10:55:25 | 1636.708 | 0.11 | 0.142 | 0.116 | 1636.592 | -194.475 | sejajar rumah |
| | | | 10:55:53 | 1636.73 | 0.141 | 0.143 | 0.116 | 1636.614 | -194.453 | |
| | | | 10:57:06 | 1636.648 | 0.136 | 0.143 | 0.117 | 1636.531 | -194.536 | |
| | | | 10:57:34 | 1636.732 | 0.1 | 0.143 | 0.117 | 1636.615 | -194.452 | |
| 43SN | 661370 | 9949620 | 11:04:27 | 1633.383 | 0.159 | 0.145 | 0.12 | 1633.263 | -197.804 | tiang Listrik |
| | | | 11:04:55 | 1633.376 | 0.119 | 0.145 | 0.12 | 1633.256 | -197.811 | |
| 44SN | 662140 | 9949822 | 11:10:28 | 1630.325 | 0.027 | 0.146 | 0.122 | 1630.203 | -200.864 | lembatan |
| | | | 11:10:56 | 1630.314 | 0.105 | 0.146 | 0.122 | 1630.192 | -200.875 | |
| 45SN | 663082 | 9950174 | 11:17:10 | 1623.253 | 0.01 | 0.147 | 0.125 | 1623.128 | -207.939 | Tugu Km |
| | | | 11:17:38 | 1623.261 | 0.016 | 0.147 | 0.125 | 1623.136 | -207.931 | |
| 46SN | 663588 | 9950262 | 11:25:45 | 1619.477 | 0.123 | 0.149 | 0.129 | 1619.348 | -211.719 | 5m dari jl ke mesjid |
| | | | 11:26:13 | 1619.474 | 0.042 | 0.149 | 0.129 | 1619.345 | -211.722 | |
| 47SN | 664100 | 9949978 | 11:32:17 | 1619.124 | 0.074 | 0.149 | 0.131 | 1618.993 | -212.074 | tiang Listrik |
| | | | 11:32:45 | 1619.125 | 0.036 | 0.149 | 0.131 | 1618.994 | -212.073 | |
| 48SN | 664452 | 9949452 | 11:38:14 | 1629.058 | 0.017 | 0.149 | 0.134 | 1628.924 | -202.143 | tiang Listrik |
| | | | 11:38:42 | 1629.062 | 0.015 | 0.149 | 0.134 | 1628.928 | -202.139 | |
| 49SN | 664842 | 9948988 | 11:44:38 | 1643.741 | 0.049 | 0.149 | 0.136 | 1643.605 | -187.462 | simpang 3 sikaladi |
| | | | 11:45:06 | 1643.767 | 0.145 | 0.149 | 0.137 | 1643.630 | -187.437 | |
| | | | 11:46:10 | 1643.773 | 0.07 | 0.149 | 0.137 | 1643.636 | -187.431 | |
| 49SL | 666075 | 9949146 | 11:56:49 | 1651.183 | 0.05 | 0.148 | 0.141 | 1651.042 | -180.025 | Tiang Listrik |
| | | | 11:57:17 | 1651.202 | 0.034 | 0.148 | 0.142 | 1651.060 | -180.007 | |
| | | | 11:58:24 | 1651.226 | 0.087 | 0.147 | 0.142 | 1651.084 | -179.983 | |
| | | | 11:58:52 | 1651.178 | 0.066 | 0.147 | 0.142 | 1651.036 | -180.031 | |
| 48SL | 667180 | 9948962 | 12:11:51 | 1661.306 | 0.093 | 0.144 | 0.148 | 1661.158 | -169.909 | tiang Listrik |
| | | | 12:12:19 | 1661.287 | 0.029 | 0.144 | 0.148 | 1661.139 | -169.928 | |
| | | | 12:12:44 | 1661.261 | 0.184 | 0.144 | 0.148 | 1661.113 | -169.954 | |
| | | | 12:13:27 | 1661.294 | 0.137 | 0.144 | 0.148 | 1661.146 | -169.921 | |
| 47SL | 667826 | 9949034 | 12:22:52 | 1662.276 | 0.07 | 0.141 | 0.152 | 1662.124 | -168.943 | |
| | | | 12:23:20 | 1662.3 | 0.042 | 0.141 | 0.153 | 1662.147 | -168.920 | |
| | | | 12:23:45 | 1662.305 | 0.157 | 0.141 | 0.153 | 1662.152 | -168.915 | |
| 46SL | 668330 | 9948524 | 12:39:49 | 1669.429 | 0.058 | 0.134 | 0.159 | 1669.270 | -161.797 | tiang Listrik |
| | | | 12:40:17 | 1669.445 | 0.022 | 0.134 | 0.16 | 1669.285 | -161.782 | |
| | | | 12:40:42 | 1669.423 | 0.093 | 0.134 | 0.16 | 1669.263 | -161.804 | |
| 45SL | 668771 | 9947640 | 12:47:07 | 1683.456 | 0.153 | 0.131 | 0.163 | 1683.293 | -147.774 | batang cengkeh |

| | | | | | | | | | | |
|------|--------|---------|----------|-----|----------|---------|--------|-------|----------|-------------------------|
| | | | 12:47:35 | | 1683.42 | 0.183 | 0.131 | 0.163 | 1683.257 | -147.810 |
| | | | 12:48:00 | | 1683.437 | 0.061 | 0.131 | 0.163 | 1683.274 | -147.793 |
| | | | 12:48:50 | | 1683.438 | 0.235 | 0.13 | 0.163 | 1683.275 | -147.792 |
| | | | 12:49:19 | | 837.74 | 845.374 | 0.13 | 0.163 | 837.577 | -993.490 |
| 44SL | 669228 | 9946860 | 12:55:21 | 596 | 1695.283 | 0.136 | 0.127 | 0.166 | 1695.117 | -135.950 |
| | | | 12:55:49 | | 1695.275 | 0.039 | 0.126 | 0.166 | 1695.109 | -135.958 |
| 41RB | 669595 | 9945970 | 13:03:56 | 565 | 1705.529 | 0.078 | 0.122 | 0.169 | 1705.360 | -125.707 |
| | | | 13:04:24 | | 1705.527 | 0.019 | 0.122 | 0.17 | 1705.357 | -125.710 |
| 40RB | 670132 | 9945292 | 13:10:59 | 563 | 1708.233 | 0.032 | 0.117 | 0.172 | 1708.061 | -123.006 |
| | | | 13:11:27 | | 1708.232 | 0.041 | 0.117 | 0.172 | 1708.060 | -123.007 |
| 38RB | 670894 | 9944772 | 13:21:09 | 548 | 1712.732 | 0.047 | 0.111 | 0.177 | 1712.555 | -118.512 |
| | | | 13:21:37 | | 1712.737 | 0.03 | 0.111 | 0.177 | 1712.560 | -118.507 |
| 37RB | 671567 | 9944270 | 13:28:03 | 517 | 1720.757 | 0.096 | 0.106 | 0.18 | 1720.577 | -110.490 |
| | | | 13:28:31 | | 1720.748 | 0.11 | 0.106 | 0.18 | 1720.568 | -110.499 |
| 36RB | 672238 | 9943968 | 13:35:21 | 486 | 1723.8 | 0.021 | 0.101 | 0.182 | 1723.618 | -107.449 |
| | | | 13:35:49 | | 1723.793 | 0.064 | 0.1 | 0.182 | 1723.611 | -107.456 |
| 35RB | 673110 | 9943752 | 14:27:02 | 481 | 1725.136 | 0.046 | 0.057 | 0.204 | 1724.932 | -106.135 |
| | | | 14:27:30 | | 1725.152 | 0.052 | 0.057 | 0.204 | 1724.948 | -106.119 |
| | | | 14:28:42 | | 1725.066 | 0.188 | 0.056 | 0.204 | 1724.862 | -106.205 |
| | | | 14:29:10 | | 1725.126 | 0.046 | 0.055 | 0.205 | 1724.921 | -106.146 |
| 34RB | 673465 | 9943112 | 14:58:13 | 470 | 1728.252 | 0.027 | 0.029 | 0.217 | 1728.035 | -103.032 |
| | | | 14:58:41 | | 1728.258 | 0.02 | 0.029 | 0.217 | 1728.041 | -103.026 |
| 33RB | 673760 | 9942404 | 15:06:11 | 469 | 1731.077 | 0.024 | 0.022 | 0.22 | 1730.857 | -100.210 |
| | | | 15:06:39 | | 1731.076 | 0.023 | 0.022 | 0.22 | 1730.856 | -100.211 |
| 32RB | 673357 | 9941620 | 15:31:28 | 472 | 1734.186 | 0.082 | 0.001 | 0.231 | 1733.955 | -97.112 |
| | | | 15:31:56 | | 1734.192 | 0.027 | 0 | 0.231 | 1733.961 | -97.106 |
| | | | 15:42:14 | | 1742.591 | 0.017 | -0.007 | 0.235 | 1742.356 | -88.711 |
| | | | 15:42:42 | | 1742.568 | 0.049 | -0.007 | 0.235 | 1742.333 | -88.734 |
| | | | 15:43:07 | | 1742.604 | 0.195 | -0.008 | 0.236 | 1742.368 | -88.699 |
| | | | 15:43:45 | | 1742.587 | 0.025 | -0.009 | 0.236 | 1742.351 | -88.716 |
| 44RB | 673267 | 9940762 | 15:47:10 | 430 | 1742.637 | 0.097 | -0.011 | 0.237 | 1742.400 | -88.667 |
| | | | 15:47:38 | | 1742.64 | 0.168 | -0.011 | 0.237 | 1742.403 | -88.664 |
| 45RB | 673649 | 9940054 | 15:54:33 | 408 | 1748.677 | 0.205 | -0.017 | 0.24 | 1748.437 | -82.630 |
| | | | 15:55:01 | | 1748.743 | 0.031 | -0.017 | 0.241 | 1748.502 | -82.565 |
| | | | 15:55:26 | | 1748.73 | 0.022 | -0.017 | 0.241 | 1748.489 | -82.578 |
| | | | 15:56:07 | | 1748.737 | 0.015 | -0.018 | 0.241 | 1748.496 | -82.571 |
| 46RB | 673854 | 9939270 | 16:07:41 | 440 | 1739.232 | 0.031 | -0.026 | 0.245 | 1738.987 | -92.080 |
| | | | | | | | | | | 7m dari tepi ban pembat |

| | | | | | | | | | | |
|------|--------|---------|----------|-----|----------|-------|--------|-------|----------|------------------------|
| 47RB | 673809 | 9938410 | 16:08:09 | | 1739.238 | 0.035 | -0.027 | 0.246 | 1738.992 | -92.075 |
| | | | 16:16:59 | 390 | 1749.958 | 0.033 | -0.033 | 0.249 | 1749.709 | -81.358 |
| | | | 16:17:27 | | 1749.962 | 0.017 | -0.033 | 0.25 | 1749.712 | -81.355 |
| 48RB | 673053 | 9938114 | 16:28:22 | 371 | 1752.174 | 0.017 | -0.04 | 0.254 | 1751.920 | -79.147 tiang Listrik |
| | | | 16:28:50 | | 1752.175 | 0.024 | -0.04 | 0.254 | 1751.921 | -79.146 |
| 49RB | 672325 | 9938282 | 16:35:25 | 356 | 1753.11 | 0.029 | -0.044 | 0.257 | 1752.853 | -78.214 tiang Listrik |
| | | | 16:35:53 | | 1753.101 | 0.055 | -0.044 | 0.257 | 1752.844 | -78.223 |
| | | | 16:36:18 | | 1753.106 | 0.016 | -0.044 | 0.258 | 1752.848 | -78.219 |
| 50RB | 671459 | 9938908 | 16:48:33 | 356 | 1751.295 | 0.017 | -0.05 | 0.262 | 1751.033 | -80.034 tiang Listrik |
| | | | 16:49:01 | | 1751.292 | 0.019 | -0.051 | 0.263 | 1751.029 | -80.038 |
| 51RB | 670733 | 9939334 | 17:00:26 | 356 | 1750.847 | 0.042 | -0.056 | 0.267 | 1750.580 | -80.487 tiang Listrik |
| | | | 17:00:54 | | 1750.78 | 0.188 | -0.056 | 0.267 | 1750.513 | -80.554 |
| | | | 17:01:19 | | 1750.841 | 0.017 | -0.056 | 0.268 | 1750.573 | -80.494 |
| 52RB | 669908 | 9939678 | 17:06:58 | 356 | 1749.817 | 0.071 | -0.058 | 0.27 | 1749.547 | -81.520 tiang Listrik |
| | | | 17:07:26 | | 1749.837 | 0.2 | -0.058 | 0.27 | 1749.567 | -81.500 |
| | | | 17:07:51 | | 1749.831 | 0.055 | -0.059 | 0.27 | 1749.561 | -81.506 |
| 53RB | 669154 | 9940250 | 17:15:11 | 367 | 1746.69 | 0.053 | -0.061 | 0.274 | 1746.416 | -84.651 |
| | | | 17:15:39 | | 1746.681 | 0.02 | -0.061 | 0.274 | 1746.407 | -84.660 |
| 28RB | 667584 | 9941172 | 17:25:41 | 420 | 1733.667 | 0.052 | -0.063 | 0.278 | 1733.389 | -97.678 tiang Listrik |
| | | | 17:26:09 | | 1733.646 | 0.259 | -0.063 | 0.278 | 1733.368 | -97.699 |
| | | | 17:26:34 | | 1733.647 | 0.057 | -0.063 | 0.278 | 1733.369 | -97.698 |
| 27RB | 666941 | 9941728 | 17:31:38 | 446 | 1727.808 | 0.039 | -0.064 | 0.28 | 1727.528 | -103.539 tiang Listrik |
| | | | 17:32:06 | | 1727.807 | 0.047 | -0.065 | 0.281 | 1727.526 | -103.541 |
| 26RB | 661510 | 9942472 | 17:37:02 | 475 | 1719.895 | 0.064 | -0.065 | 0.283 | 1719.612 | -111.455 tangga |
| | | | 17:37:30 | | 1719.941 | 0.055 | -0.065 | 0.283 | 1719.658 | -111.409 |
| | | | 17:37:55 | | 1719.945 | 0.024 | -0.065 | 0.283 | 1719.662 | -111.405 |
| 25RB | 665765 | 9943184 | 17:43:54 | 518 | 1711.614 | 0.041 | -0.066 | 0.285 | 1711.329 | -119.738 batu |
| | | | 17:44:22 | | 1711.498 | 0.18 | -0.066 | 0.286 | 1711.212 | -119.855 |
| | | | 17:44:47 | | 1711.621 | 0.029 | -0.066 | 0.286 | 1711.335 | -119.732 |
| 24RB | 665335 | 9944082 | 17:51:24 | 551 | 1705.416 | 0.218 | -0.066 | 0.289 | 1705.127 | -125.940 tiang Listrik |
| | | | 17:51:52 | | 1705.27 | 0.046 | -0.066 | 0.289 | 1704.981 | -126.086 |
| | | | 17:52:17 | | 1705.143 | 0.153 | -0.066 | 0.289 | 1704.854 | -126.213 |
| | | | 17:53:17 | | 1705.195 | 0.338 | -0.066 | 0.289 | 1704.906 | -126.161 |
| | | | 17:53:45 | | 1705.369 | 0.146 | -0.066 | 0.289 | 1705.080 | -125.987 |
| | | | 17:54:10 | | 1705.407 | 0.1 | -0.066 | 0.29 | 1705.117 | -125.950 |
| | | | 17:54:43 | | 1705.34 | 0.114 | -0.066 | 0.29 | 1705.050 | -126.017 |
| | | | 17:55:11 | | 1705.357 | 0.351 | -0.066 | 0.29 | 1705.067 | -126.000 |

| | | | | | | | | | | | |
|---------|--------|---------|----------|-----|----------|-------|--------|-------|----------|----------|---------------|
| 23RB | 664596 | 9944690 | 18:01:42 | 580 | 1695.703 | 0.098 | -0.066 | 0.293 | 1695.410 | -135.657 | tiang Listrik |
| | | | 18:02:10 | | 1695.666 | 0.318 | -0.066 | 0.293 | 1695.373 | -135.694 | |
| | | | 18:02:35 | | 1695.569 | 0.216 | -0.066 | 0.293 | 1695.276 | -135.791 | |
| | | | 18:03:13 | | 1695.75 | 0.05 | -0.066 | 0.294 | 1695.456 | -135.611 | |
| | | | 18:03:41 | | 1695.612 | 0.21 | -0.066 | 0.294 | 1695.318 | -135.749 | |
| | | | 18:04:06 | | 1695.693 | 0.092 | -0.066 | 0.294 | 1695.399 | -135.668 | |
| | | | 18:04:44 | | 1695.745 | 0.028 | -0.066 | 0.294 | 1695.451 | -135.616 | |
| 22RB | 663886 | 9945382 | 18:11:39 | 602 | 1687.191 | 0.103 | -0.065 | 0.297 | 1686.894 | -144.173 | tiang Listrik |
| | | | 18:12:07 | | 1687.242 | 0.048 | -0.065 | 0.297 | 1686.945 | -144.122 | |
| | | | 18:12:32 | | 1687.241 | 0.045 | -0.065 | 0.297 | 1686.944 | -144.123 | |
| 21RB | 662939 | 9946136 | 18:20:13 | 594 | 1683.128 | 0.131 | -0.064 | 0.301 | 1682.827 | -148.240 | tiang Listrik |
| | | | 18:20:41 | | 1683.204 | 0.062 | -0.064 | 0.301 | 1682.903 | -148.164 | |
| | | | 18:21:06 | | 1683.183 | 0.141 | -0.064 | 0.301 | 1682.882 | -148.185 | |
| | | | 18:21:45 | | 1683.221 | 0.031 | -0.064 | 0.301 | 1682.920 | -148.147 | |
| | | | 18:22:13 | | 1683.136 | 0.084 | -0.064 | 0.301 | 1682.835 | -148.232 | |
| 54SN | 663415 | 9946233 | 18:27:33 | 609 | 1685.393 | 0.033 | -0.063 | 0.304 | 1685.089 | -145.978 | simpang tugu |
| | | | 18:28:01 | | 1685.383 | 0.058 | -0.062 | 0.304 | 1685.079 | -145.988 | |
| 53SN | 663926 | 9947136 | 19:00:32 | 657 | 1680.658 | 0.074 | -0.051 | 0.317 | 1680.341 | -150.726 | tiang Listrik |
| | | | 19:01:00 | | 1680.679 | 0.111 | -0.05 | 0.318 | 1680.361 | -150.706 | |
| | | | 19:01:25 | | 1680.664 | 0.095 | -0.05 | 0.318 | 1680.346 | -150.721 | |
| 52SN | 663952 | 9947902 | 19:08:08 | 711 | 1670.041 | 0.081 | -0.047 | 0.321 | 1669.720 | -161.347 | tiang Listrik |
| | | | 19:08:36 | | 1670.031 | 0.024 | -0.047 | 0.321 | 1669.710 | -161.357 | |
| 50SN | 664030 | 9949440 | 19:14:56 | 825 | 1660.879 | 0.075 | -0.043 | 0.323 | 1660.556 | -170.511 | tiang Listrik |
| | | | 19:15:24 | | 1660.876 | 0.091 | -0.043 | 0.323 | 1660.553 | -170.514 | |
| 51SN | 663963 | 9948560 | 19:23:01 | 759 | 1645.963 | 0.068 | -0.039 | 0.327 | 1645.636 | -185.431 | tiang Listrik |
| | | | 19:23:29 | | 1645.977 | 0.036 | -0.039 | 0.327 | 1645.650 | -185.417 | |
| BS | 656384 | 9949700 | 20:12:00 | 769 | 1648.774 | 0.114 | -0.004 | 0.347 | 1648.427 | -182.640 | |
| | | | 20:12:28 | | 1648.809 | 0.059 | -0.004 | 0.347 | 1648.462 | -182.605 | |
| | | | 20:12:53 | | 1648.795 | 0.015 | -0.003 | 0.347 | 1648.448 | -182.619 | |
| SKA | 655273 | 9948762 | 20:21:47 | 725 | 1657.737 | 0.046 | 0.004 | 0.351 | 1657.386 | -173.681 | |
| | | | 20:22:15 | | 1657.742 | 0.086 | 0.004 | 0.351 | 1657.391 | -173.676 | |
| BMGPP | 655429 | 9949693 | 20:30:04 | 710 | 1661.353 | 0.077 | 0.01 | 0.355 | 1660.998 | -170.069 | |
| | | | 20:30:32 | | 1661.341 | 0.022 | 0.01 | 0.355 | 1660.986 | -170.081 | |
| | | | 20:30:57 | | 1661.34 | 0.021 | 0.011 | 0.355 | 1660.985 | -170.082 | |
| LAB FIS | 650241 | 9900792 | 22:32:23 | 8 | 1831.514 | 0.276 | 0.109 | 0.405 | 1831.109 | 0.042 | |
| | | | 22:32:51 | | 1831.53 | 0.226 | 0.109 | 0.405 | 1831.125 | 0.058 | |
| | | | 22:33:16 | | 1831.518 | 0.247 | 0.109 | 0.406 | 1831.112 | 0.045 | |

SURVAI GAYABERAT-MIKRO DI SEGMENT SUMANI DAN SIANOK

Lokasi : Padang Panjang dan sekitarnya
 Hari/tanggal : Selasa, 5 Agustus 2008

Operator : Teguh Suryo, Operator BMG Jakarta

- Alat : 1. GPS Garmin 1 unit
 2. Altimeter 1 unit
 3. Gravimeter : Scintrex CG-5 Autograv, 1 unit
 4. Kamera digital 1 unit

| STATION | KOORDINAT | | TIME | Tinggi (m) | GRAV | SD | TIDE | DRIF | g_obs (mgal) | Δg-lokal (mgal) | Keterangan |
|---------|-----------|-------------|----------|------------|----------|-------|--------|-------|-----------------|--------------------|-------------------|
| | Bujur (m) | Lintang (m) | | | | | | | | | |
| BMG TB | 655429 | 9949698 | 6:25:34 | 6 | 1831.534 | 0.096 | -0.05 | 0 | 1831.534 | 0.000 | |
| BMG TB | | | 6:26:02 | | 1831.537 | 0.093 | -0.05 | 0 | 1831.537 | 0.003 | |
| REKTOR | 650241 | 9900792 | 6:34:42 | 0 | 1832.106 | 0.135 | -0.049 | 0.003 | 1832.103 | 0.569 | |
| REKTOR | | | 6:35:10 | | 1832.107 | 0.099 | -0.049 | 0.003 | 1832.104 | 0.570 | |
| LABFIS | 650241 | 9900792 | 6:47:02 | 0 | 1831.575 | 0.153 | -0.046 | 0.007 | 1831.568 | 0.034 | |
| LABFIS | | | 6:47:30 | | 1831.576 | 0.133 | -0.046 | 0.007 | 1831.569 | 0.035 | |
| BMG PP | 655429 | 9949693 | 9:43:08 | 687 | 1661.612 | 0.107 | 0.064 | 0.064 | 1661.548 | -169.986 | |
| BMG PP | | | 9:43:36 | | 1661.625 | 0.067 | 0.064 | 0.064 | 1661.561 | -169.973 | |
| BMG PP | | | 9:44:01 | | 1661.627 | 0.047 | 0.065 | 0.064 | 1661.563 | -169.971 | |
| SKA | 655273 | 9948762 | 9:51:27 | 697 | 1658.038 | 0.021 | 0.07 | 0.066 | 1657.972 | -173.562 | |
| SKA | | | 9:51:55 | | 1658.05 | 0.046 | 0.07 | 0.066 | 1657.984 | -173.550 | |
| SKA | | | 9:52:20 | | 1658.055 | 0.037 | 0.07 | 0.067 | 1657.988 | -173.546 | |
| BS | 656384 | 9949700 | 10:02:21 | 737 | 1649.144 | 0.032 | 0.077 | 0.07 | 1649.074 | -182.460 | |
| BS | | | 10:02:49 | | 1649.125 | 0.041 | 0.078 | 0.07 | 1649.055 | -182.479 | |
| BS | | | 10:03:14 | | 1649.128 | 0.058 | 0.078 | 0.07 | 1649.058 | -182.476 | |
| 05RB | 663552 | 9943880 | 11:06:35 | 450 | 1706.527 | 0.062 | 0.111 | 0.09 | 1706.437 | -125.097 | Dekat Batang Kayu |
| 05RB | | | 11:07:03 | | 1706.525 | 0.035 | 0.112 | 0.091 | 1706.434 | -125.100 | |
| 09RB | 663714 | 9943300 | 11:23:09 | 154 | 1705.77 | 0.065 | 0.117 | 0.096 | 1705.674 | -125.860 | kelapa |
| | | | 11:23:37 | | 1705.776 | 0.045 | 0.117 | 0.096 | 1705.680 | -125.854 | |
| 10RB | 664197 | 9942832 | 11:31:11 | 464 | 1704.159 | 0.03 | 0.119 | 0.098 | 1704.061 | -127.473 | Jembatan Kelapa |
| | | | 11:31:39 | | 1704.146 | 0.292 | 0.119 | 0.098 | 1704.048 | -127.486 | |
| | | | 11:32:04 | | 1704.169 | 0.07 | 0.119 | 0.099 | 1704.070 | -127.464 | |
| 11RB | 664876 | 9942342 | 11:40:26 | 445 | 1709.918 | 0.031 | 0.121 | 0.101 | 1709.817 | -121.717 | Batu |
| | | | 11:40:54 | | 1709.902 | 0.052 | 0.121 | 0.101 | 1709.801 | -121.733 | |
| | | | 11:41:19 | | 1709.931 | 0.044 | 0.121 | 0.102 | 1709.829 | -121.705 | |

METER PERMITSURVEI
 UNIV. PADJARAN

| | | | | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|----------|-----|----------|-------|-------|-------|----------|----------|----------------|
| 12RB | 665359 | 9941652 | 11:50:33 | 339 | 1731.902 | 0.039 | 0.123 | 0.105 | 1731.797 | -99.737 | Depan rumah |
| | | | 11:50:56 | | 1731.909 | 0.043 | 0.123 | 0.105 | 1731.804 | -99.730 | |
| 13RB | 665489 | 9940532 | 11:57:53 | 322 | 1734.14 | 0.051 | 0.123 | 0.107 | 1734.033 | -97.501 | Tiang listrik |
| | | | 11:58:16 | | 1734.14 | 0.028 | 0.123 | 0.107 | 1734.033 | -97.501 | |
| 14RB | 665104 | 9939662 | 12:03:55 | 321 | 1734.128 | 0.145 | 0.124 | 0.109 | 1734.019 | -97.515 | kayu |
| | | | 12:04:18 | | 1734.141 | 0.036 | 0.124 | 0.109 | 1734.032 | -97.502 | |
| | | | 12:04:38 | | 1734.147 | 0.019 | 0.124 | 0.109 | 1734.038 | -97.496 | |
| 15RB | 665012 | 9938770 | 12:11:37 | 343 | 1730.263 | 0.179 | 0.124 | 0.111 | 1730.152 | -101.382 | Tiang listrik |
| | | | 12:12:00 | | 1730.35 | 0.046 | 0.124 | 0.112 | 1730.238 | -101.296 | |
| | | | 12:12:20 | | 1730.374 | 0.037 | 0.124 | 0.112 | 1730.262 | -101.272 | |
| | | | 12:12:57 | | 1730.324 | 0.032 | 0.124 | 0.112 | 1730.212 | -101.322 | |
| | | | 12:13:21 | | 1730.328 | 0.034 | 0.124 | 0.112 | 1730.216 | -101.318 | |
| 16RB | 665411 | 9937904 | 12:20:07 | 331 | 1733.199 | 0.055 | 0.123 | 0.114 | 1733.085 | -98.449 | Tiang listrik |
| | | | 12:20:30 | | 1733.19 | 0.033 | 0.123 | 0.114 | 1733.076 | -98.458 | |
| | | | 12:20:50 | | 1733.193 | 0.055 | 0.123 | 0.114 | 1733.079 | -98.455 | |
| 16ARB | 665563 | 9936966 | 12:29:51 | 330 | 1733.226 | 0.016 | 0.122 | 0.117 | 1733.109 | -98.425 | simpang 3 |
| | | | 12:30:14 | | 1733.229 | 0.036 | 0.122 | 0.117 | 1733.112 | -98.422 | |
| 17RB | 665477 | 9936156 | 12:36:06 | 321 | 1734.316 | 0.027 | 0.121 | 0.119 | 1734.197 | -97.337 | kelapa |
| | | | 12:36:29 | | 1734.312 | 0.013 | 0.121 | 0.119 | 1734.193 | -97.341 | |
| 18RB | 666221 | 9935340 | 12:43:57 | 321 | 1733.386 | 0.019 | 0.12 | 0.122 | 1733.264 | -98.270 | Tiang listrik |
| | | | 12:44:20 | | 1733.383 | 0.026 | 0.12 | 0.122 | 1733.261 | -98.273 | |
| 19RB | 666443 | 9934644 | 12:48:06 | 325 | 1732.862 | 0.049 | 0.119 | 0.123 | 1732.739 | -98.795 | simpang 3 |
| | | | 12:48:29 | | 1732.85 | 0.035 | 0.119 | 0.123 | 1732.727 | -98.807 | |
| 20RB | 666699 | 9933500 | 12:54:51 | 325 | 1736.93 | 0.016 | 0.117 | 0.125 | 1736.805 | -94.729 | PLTA Singkarak |
| | | | 12:55:14 | | 1736.931 | 0.017 | 0.117 | 0.125 | 1736.806 | -94.728 | |
| | | | 12:55:34 | | 1736.929 | 0.047 | 0.117 | 0.125 | 1736.804 | -94.730 | |
| 29RB | 665796 | 9941706 | 13:50:08 | 347 | 1734.326 | 0.052 | 0.094 | 0.143 | 1734.183 | -97.351 | dekat jembatan |
| | | | 13:50:31 | | 1734.316 | 0.036 | 0.094 | 0.143 | 1734.173 | -97.361 | |
| | | | 13:50:51 | | 1734.336 | 0.032 | 0.094 | 0.143 | 1734.193 | -97.341 | |
| 30RB | 666708 | 9941386 | 13:58:06 | 360 | 1737.202 | 0.037 | 0.089 | 0.146 | 1737.056 | -94.478 | Tiang listrik |
| | | | 13:58:29 | | 1737.186 | 0.022 | 0.089 | 0.146 | 1737.040 | -94.494 | |
| | | | 13:58:49 | | 1737.206 | 0.021 | 0.089 | 0.146 | 1737.060 | -94.474 | |
| 31RB | 667490 | 9941090 | 14:09:07 | 382 | 1736.754 | 0.023 | 0.082 | 0.149 | 1736.605 | -94.929 | kelapa |
| | | | 14:09:30 | | 1736.759 | 0.055 | 0.082 | 0.149 | 1736.610 | -94.924 | |
| 30RB | 666708 | 9941394 | 14:16:28 | 362 | 1737.312 | 0.04 | 0.078 | 0.151 | 1737.161 | -94.373 | Tiang listrik |
| | | | 14:16:51 | | 1737.313 | 0.015 | 0.078 | 0.151 | 1737.162 | -94.372 | |
| 29RB | 665797 | 9941708 | 14:22:51 | 352 | 1734.279 | 0.034 | 0.073 | 0.153 | 1734.126 | -97.408 | jembatan |

| | | | | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|----------|-----|----------|-------|--------|-------|----------|----------|---------------|
| | | | 17:18:53 | | 1618.096 | 0.082 | -0.039 | 0.21 | 1617.886 | -213.648 | |
| | | | 17:19:13 | | 1618.188 | 0.161 | -0.039 | 0.21 | 1617.978 | -213.556 | |
| 26aKM | 658352 | 9950572 | 17:26:40 | 850 | 1629.773 | 0.05 | -0.042 | 0.213 | 1629.560 | -201.974 | Tiang listrik |
| | | | 17:27:03 | | 1629.703 | 0.054 | -0.042 | 0.213 | 1629.490 | -202.044 | |
| | | | 17:27:23 | | 1629.773 | 0.038 | -0.042 | 0.213 | 1629.560 | -201.974 | |
| 25AKM | 658269 | 9949556 | 17:35:25 | 767 | 1641.766 | 0.037 | -0.045 | 0.215 | 1641.551 | -189.983 | Jembatan |
| | | | 17:35:48 | | 1641.675 | 0.186 | -0.045 | 0.215 | 1641.460 | -190.074 | |
| | | | 17:36:46 | | 1641.771 | 0.122 | -0.045 | 0.216 | 1641.555 | -189.979 | |
| 24AKM | 658384 | 9948636 | 17:42:35 | 765 | 1649.853 | 0.031 | -0.047 | 0.218 | 1649.635 | -181.899 | Tiang listrik |
| | | | 17:42:58 | | 1649.851 | 0.025 | -0.047 | 0.218 | 1649.633 | -181.901 | |
| 23AKM | 658749 | 9948082 | 17:49:13 | 707 | 1660.245 | 0.045 | -0.048 | 0.22 | 1660.025 | -171.509 | Tiang listrik |
| | | | 17:49:36 | | 1660.255 | 0.02 | -0.048 | 0.22 | 1660.035 | -171.499 | |
| | | | 17:49:56 | | 1660.246 | 0.054 | -0.049 | 0.22 | 1660.026 | -171.508 | |
| 15KM | 658388 | 9951656 | 18:04:25 | 865 | 1628.207 | 0.033 | -0.051 | 0.225 | 1627.982 | -203.552 | Tiang LLAJ |
| | | | 18:04:48 | | 1628.192 | 0.047 | -0.051 | 0.225 | 1627.967 | -203.567 | |
| | | | 18:05:52 | | 1628.121 | 0.3 | -0.051 | 0.225 | 1627.896 | -203.638 | |
| | | | 18:06:15 | | 1628.182 | 0.082 | -0.051 | 0.225 | 1627.957 | -203.577 | |
| 17KM | 656125 | 9949666 | 18:19:28 | 765 | 1650.625 | 0.233 | -0.052 | 0.23 | 1650.395 | -181.139 | Tiang LLAJ |
| | | | 18:19:51 | | 1650.669 | 0.151 | -0.052 | 0.23 | 1650.439 | -181.095 | |
| | | | 18:20:11 | | 1650.653 | 0.362 | -0.052 | 0.23 | 1650.423 | -181.111 | |
| 18KM | 655844 | 9948948 | 18:25:39 | 736 | 1654.544 | 0.144 | -0.053 | 0.232 | 1654.312 | -177.222 | Tiang LLAJ |
| | | | 18:26:02 | | 1654.608 | 0.085 | -0.053 | 0.232 | 1654.376 | -177.158 | |
| | | | 18:26:22 | | 1654.612 | 0.05 | -0.053 | 0.232 | 1654.380 | -177.154 | |
| | | | 18:27:36 | | 1654.606 | 0.284 | -0.053 | 0.232 | 1654.374 | -177.160 | |
| | | | 18:27:59 | | 1654.548 | 0.136 | -0.053 | 0.232 | 1654.316 | -177.218 | |
| | | | 18:28:19 | | 1654.571 | 0.214 | -0.053 | 0.233 | 1654.338 | -177.196 | |
| 19KM | 654732 | 9948860 | 18:54:27 | 709 | 1661.4 | 0.192 | -0.05 | 0.241 | 1661.159 | -170.375 | Tiang LLAJ |
| | | | 18:54:50 | | 1661.409 | 0.03 | -0.05 | 0.241 | 1661.168 | -170.366 | |
| | | | 18:55:10 | | 1661.337 | 0.363 | -0.05 | 0.241 | 1661.096 | -170.438 | |
| 19KM | 654732 | 9948860 | 19:02:14 | 709 | 1661.343 | 0.555 | -0.049 | 0.243 | 1661.100 | -170.434 | dekat Pos |
| | | | 19:02:37 | | 1661.369 | 0.126 | -0.049 | 0.243 | 1661.126 | -170.408 | |
| 20KM | 653807 | 9948472 | 19:09:18 | 684 | 1668.772 | 0.071 | -0.047 | 0.246 | 1668.526 | -163.008 | Tiang LLAJ |
| | | | 19:09:41 | | 1668.779 | 0.063 | -0.047 | 0.246 | 1668.533 | -163.001 | |
| 21KM | 652977 | 9947962 | 19:15:35 | 644 | 1677.842 | 0.459 | -0.045 | 0.248 | 1677.594 | -153.940 | Tiang LLAJ |
| | | | 19:15:58 | | 1677.913 | 0.172 | -0.045 | 0.248 | 1677.665 | -153.869 | |
| | | | 19:16:18 | | 1677.807 | 0.027 | -0.045 | 0.248 | 1677.559 | -153.975 | |
| | | | 19:16:51 | | 1677.852 | 0.16 | -0.045 | 0.248 | 1677.604 | -153.930 | |

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|---------|----------|-----|----------|-------|--------|-------|----------|----------|--------------------|
| 22KM | 652634 | 9948042 | 19:24:32 | 565 | 1693.213 | 0.047 | -0.042 | 0.251 | 1692.962 | -138.572 | tikungan |
| | | | 19:24:55 | | 1693.218 | 0.03 | -0.042 | 0.251 | 1692.967 | -138.567 | |
| 23KM | 652041 | 9947338 | 19:31:05 | 526 | 1701.797 | 0.035 | -0.04 | 0.253 | 1701.544 | -129.990 | ujung jembatan |
| | | | 19:31:28 | | 1701.735 | 0.104 | -0.04 | 0.253 | 1701.482 | -130.052 | |
| | | | 19:31:48 | | 1701.821 | 0.084 | -0.04 | 0.253 | 1701.568 | -129.966 | |
| 24KM | 651589 | 9947478 | 19:39:01 | 489 | 1706.58 | 0.077 | -0.037 | 0.255 | 1706.325 | -125.209 | 9m dari tepi jalan |
| | | | 19:39:24 | | 1706.616 | 0.052 | -0.037 | 0.255 | 1706.361 | -125.173 | |
| | | | 19:39:44 | | 1706.625 | 0.025 | -0.037 | 0.255 | 1706.370 | -125.164 | |
| 25KM | 650660 | 9947430 | 19:53:15 | 431 | 1712.585 | 0.033 | -0.03 | 0.26 | 1712.325 | -119.209 | Tiang listrik |
| | | | 19:53:38 | | 1712.597 | 0.092 | -0.03 | 0.26 | 1712.337 | -119.197 | |
| 26KM | 649851 | 9947074 | 20:01:18 | 386 | 1722.993 | 0.121 | -0.026 | 0.262 | 1722.731 | -108.803 | Tiang listrik |
| | | | 20:01:41 | | 1722.998 | 0.114 | -0.026 | 0.262 | 1722.736 | -108.798 | |
| 27KM | 649301 | 9946424 | 20:06:15 | 356 | 1731.419 | 1.662 | -0.024 | 0.264 | 1731.155 | -100.379 | Tiang listrik |
| | | | 20:06:38 | | 1731.68 | 0.619 | -0.024 | 0.264 | 1731.416 | -100.118 | |
| | | | 20:06:58 | | 1731.737 | 0.029 | -0.023 | 0.264 | 1731.473 | -100.061 | |
| | | | 20:07:36 | | 1731.731 | 0.239 | -0.023 | 0.264 | 1731.467 | -100.067 | |
| 28KM | 648795 | 9946164 | 20:14:36 | 331 | 1736.737 | 0.046 | -0.019 | 0.267 | 1736.470 | -95.064 | Batas |
| | | | 20:14:59 | | 1736.749 | 0.145 | -0.018 | 0.267 | 1736.482 | -95.052 | |
| 29KM | 648989 | 9945424 | 20:21:47 | 342 | 1735.905 | 0.016 | -0.015 | 0.269 | 1735.636 | -95.898 | |
| | | | 20:22:10 | | 1735.903 | 0.027 | -0.014 | 0.269 | 1735.634 | -95.900 | |
| 17KM | 665890 | 9951637 | 20:47:28 | 765 | 1650.757 | 0.095 | 0.001 | 0.277 | 1650.480 | -181.054 | trottoar |
| | | | 20:47:51 | | 1650.789 | 0.083 | 0.001 | 0.277 | 1650.512 | -181.022 | |
| | | | 20:48:11 | | 1650.786 | 0.079 | 0.001 | 0.278 | 1650.508 | -181.026 | |
| BS | 656384 | 9949700 | 20:57:48 | 751 | 1649.278 | 0.032 | 0.008 | 0.28 | 1648.998 | -182.536 | |
| | | | 20:58:11 | | 1649.274 | 0.069 | 0.008 | 0.281 | 1648.993 | -182.541 | |
| SKA | 655273 | 9948762 | 21:35:54 | 710 | 1658.218 | 0.023 | 0.036 | 0.293 | 1657.925 | -173.609 | |
| | | | 21:36:17 | | 1658.206 | 0.02 | 0.036 | 0.293 | 1657.913 | -173.621 | |
| | | | 21:36:37 | | 1658.208 | 0.017 | 0.036 | 0.293 | 1657.915 | -173.619 | |
| BMG PP | 655429 | 9949693 | 21:44:40 | 701 | 1661.77 | 0.3 | 0.042 | 0.296 | 1661.474 | -170.060 | |
| | | | 21:45:03 | | 1661.793 | 0.062 | 0.042 | 0.296 | 1661.497 | -170.037 | |
| LABFIS | 650241 | 9900792 | 1:05:35 | 5 | 1831.905 | 0.222 | 0.119 | 0.36 | 1831.545 | 0.011 | |
| | | | 1:05:58 | | 1831.898 | 0.197 | 0.119 | 0.36 | 1831.538 | 0.004 | |
| | | | 1:06:18 | | 1831.899 | 0.163 | 0.119 | 0.361 | 1831.538 | 0.004 | |
| REKTOR | 650241 | 9900792 | 1:12:41 | 1 | 1832.468 | 0.133 | 0.118 | 0.362 | 1832.106 | 0.572 | |
| | | | 1:13:04 | | 1832.473 | 0.105 | 0.118 | 0.363 | 1832.110 | 0.576 | |
| BMGTBG | 649854 | 9901028 | 1:22:39 | -1 | 1831.893 | 0.19 | 0.116 | 0.366 | 1831.527 | -0.007 | |
| | | | 1:23:02 | | 1831.9 | 0.119 | 0.116 | 0.366 | 1831.534 | 0.000 | |

LAMPIRAN B :

DATA KETINGGIAN MUKA AIR DANAU SINGKARAK

Lokasi : Intake Malalo
 Kecamatan : Batipuh Selatan
 Kabupaten : Tanah Datar
 Waktu : Agustus 2008

Ketinggian muka air Danau Singkarak dalam meter

| JAM | TANGGAL | | | | | |
|-----|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | | 361.09 | 361.07 | 361.06 | 361.04 | 361.03 |
| 2 | | 361.09 | 361.07 | 361.06 | 361.04 | 361.03 |
| 3 | | 361.09 | 361.07 | 361.06 | 361.04 | 361.03 |
| 4 | | 361.09 | 361.07 | 361.06 | 361.04 | 361.03 |
| 5 | | 361.09 | 361.06 | 361.06 | 361.04 | 361.03 |
| 6 | | 361.08 | 361.06 | 361.06 | 361.04 | 361.03 |
| 7 | | 361.08 | 361.06 | 361.06 | 361.04 | 361.03 |
| 8 | 361.1 | 361.08 | 361.06 | 361.06 | 361.04 | 361.03 |
| 9 | 361.1 | 361.08 | 361.06 | 361.06 | 361.04 | |
| 10 | 361.1 | 361.08 | 361.06 | 361.06 | 361.04 | |
| 11 | 361.1 | 361.08 | 361.06 | 361.06 | 361.04 | |
| 12 | 361.1 | 361.08 | 361.06 | 361.05 | 361.04 | |
| 13 | 361.1 | 361.08 | 361.06 | 361.05 | 361.03 | |
| 14 | 361.1 | 361.08 | 361.06 | 361.05 | 361.03 | |
| 15 | 361.1 | 361.08 | 361.06 | 361.05 | 361.03 | |
| 16 | 361.1 | 361.08 | 361.06 | 361.05 | 361.03 | |
| 17 | 361.1 | 361.08 | 361.06 | 361.05 | 361.03 | |
| 18 | 361.1 | 361.08 | 361.06 | 361.05 | 361.03 | |
| 19 | 361.1 | 361.08 | 361.06 | 361.04 | 361.03 | |
| 20 | 361.1 | 361.08 | 361.06 | 361.04 | 361.03 | |
| 21 | 361.09 | 361.08 | 361.06 | 361.04 | 361.03 | |
| 22 | 361.09 | 361.08 | 361.06 | 361.04 | 361.03 | |
| 23 | 361.09 | 361.07 | 361.06 | 361.04 | 361.03 | |
| 24 | 361.09 | 361.07 | 361.06 | 361.04 | 361.03 | |

Sumber : Intake Malalo, Komplek PLTA Singkarak, Kecamatan Batipuh Selatan, Kabupaten Tanah Datar

LAMPIRAN C

PERSONALIA TENAGA PENELITI BERSERTA KUALIFIKASI

C1. Tenaga peneliti

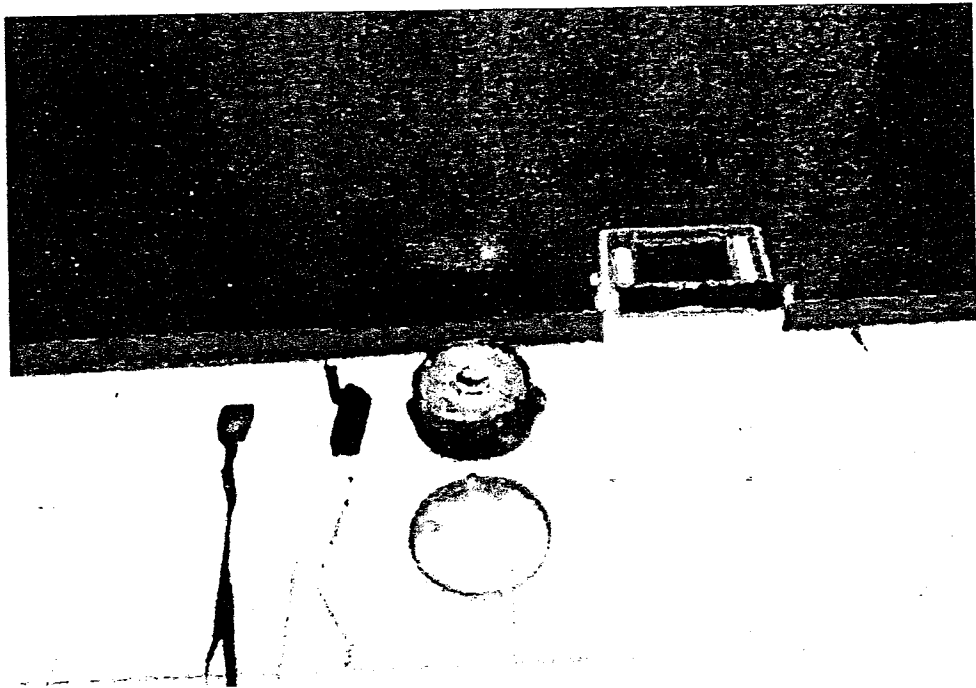
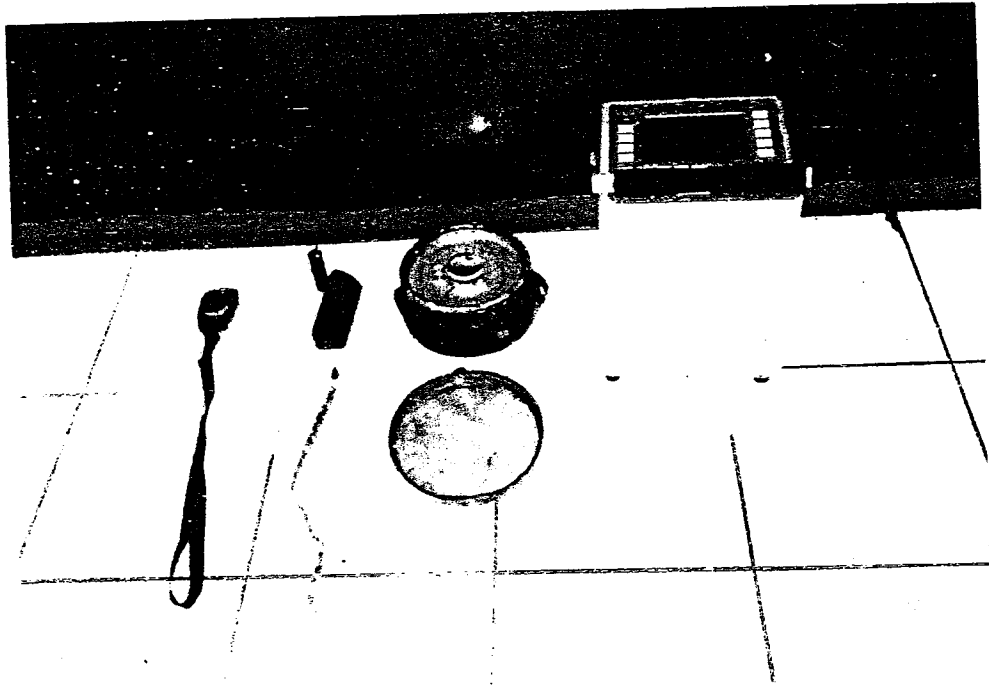
| No. | Nama dan Keahlian | Kualifikasi/Gelar Kesarjanaan (S0,S1,S2,S3) | Tugas Dalam Penelitian | Pria/Wanita Alokasi Waktu | Unit Kerja Lembaga |
|-----|------------------------------------|---|--|---------------------------|-----------------------------------|
| 1. | Ahmad Fauzi (Geofisika Terapan) | Drs, M.Si.,Dr. (S3) | <ul style="list-style-type: none"> • Pengarah dan koordinator kegiatan • Menyusun proposal penelitian • Merencanakan pelaksanaan penelitian • Melakukan studi literatur • Melakukan pemodelan geofisika • Membuat algoritma dan pemograman • Melakukan pengambilan data • Melakukan prosesing data • Melakukan penafsiran data • Melakukan analisis data | Pria 42 | Jurusan Fisika, FMIPA UNP, Padang |
| 2. | Badrul Mustafa Kemal (Geodinamika) | Drs, DAE, DR (S3) | <ul style="list-style-type: none"> • Pengarah • Penafsiran data • Analisa data • evaluasi | Pria 52 | Jurusan Tek.Sipil FT UNAND |

C2. Tenaga teknis

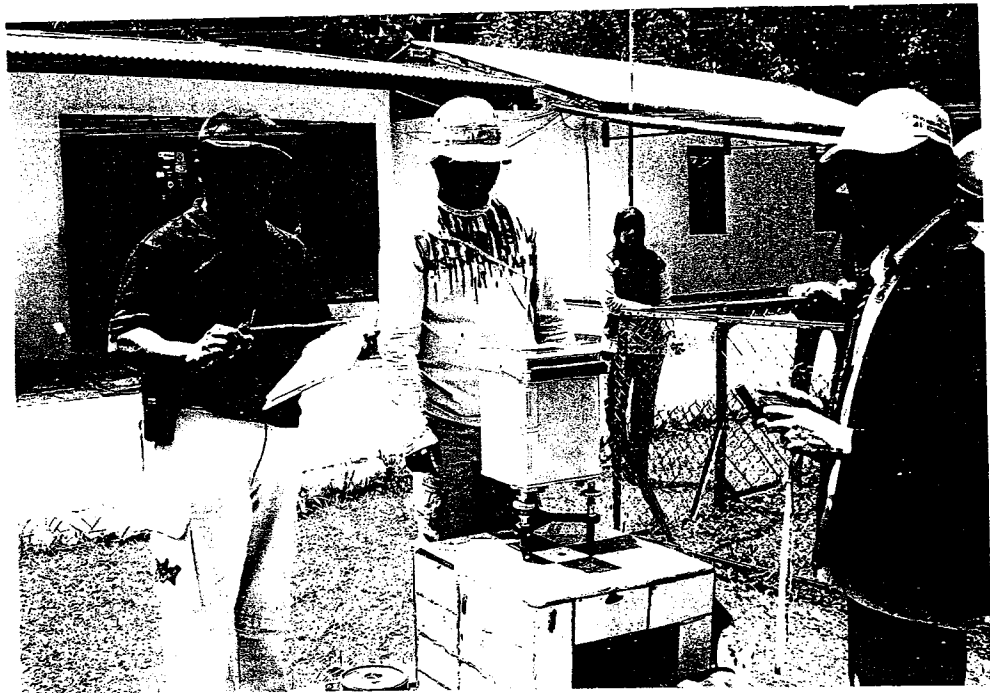
| No. | Nama dan Keahlian | Gelar Kesarjanaan (S0,S1,S2,S3) | Tugas Dalam Penelitian | Pria/ Wanita Alokasi Waktu | Unit Kerja Lembaga |
|-----|---------------------------------|---------------------------------|--|----------------------------------|--|
| 1. | Teguh Suryo (Teknisi) | Akademi BMG, Jakarta | <ul style="list-style-type: none">• Mengambil data gayaberat-mikro di lapangan• Mengambil data gayaberat-mikro di BS | Pria 32 | BMG Jakarta |
| 2. | Alhafis Fajri (Mahasiswa) | SLTA | <ul style="list-style-type: none">• Membantu peneliti utama mengolah data.• Membantu melakukan pengetikan• Melakukan persiapan alat-alat• Melakukan pengambilan data GPS dan altimeter• Melakukan adminitrasi data-data penelitian | Pria 21 | Program Studi Fisika, Jurusan Fisika, FMIPA, UNP, Padang |
| 3. | Aditya Eka Putra (Mahasiswa) | SLTA | <ul style="list-style-type: none">• Membantu peneliti utama mengolah data.• Membantu melakukan pengetikan• Melakukan persiapan alat-alat• Melakukan pengambilan data GPS dan altimeter• Melakukan adminitrasi data-data penelitian | Pria 24 | Program Studi Fisika, Jurusan Fisika, FMIPA, UNP, Padang |

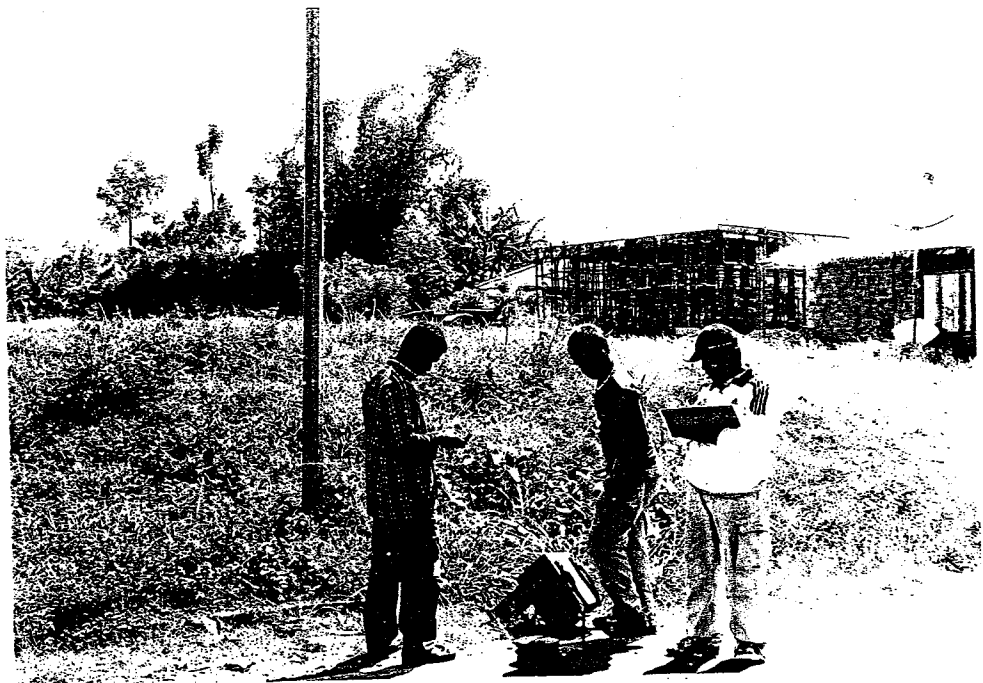
LAMPIRAN D

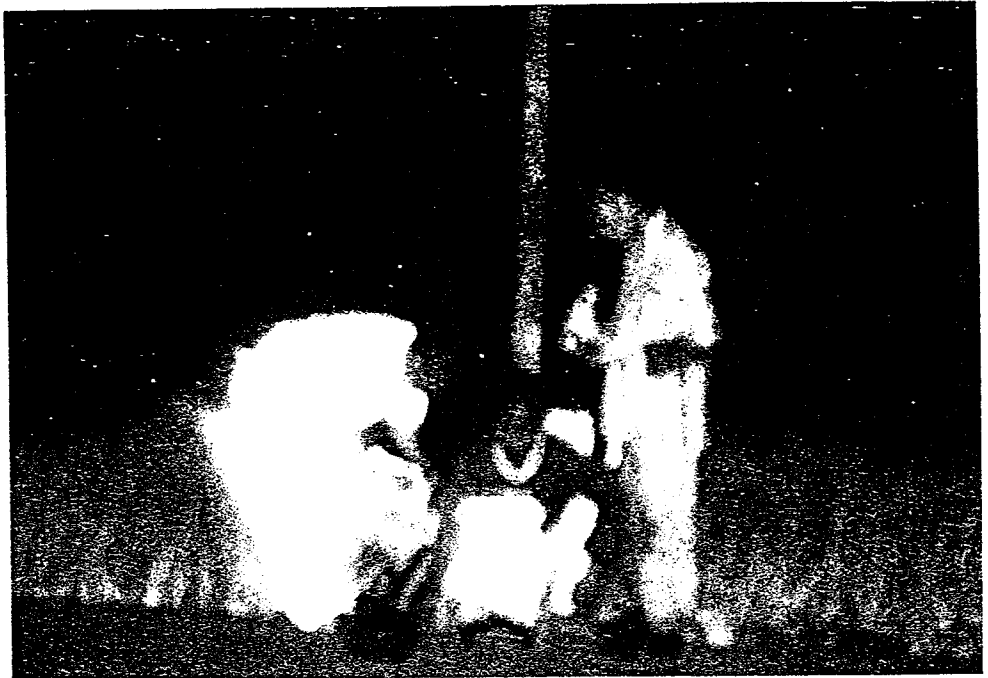
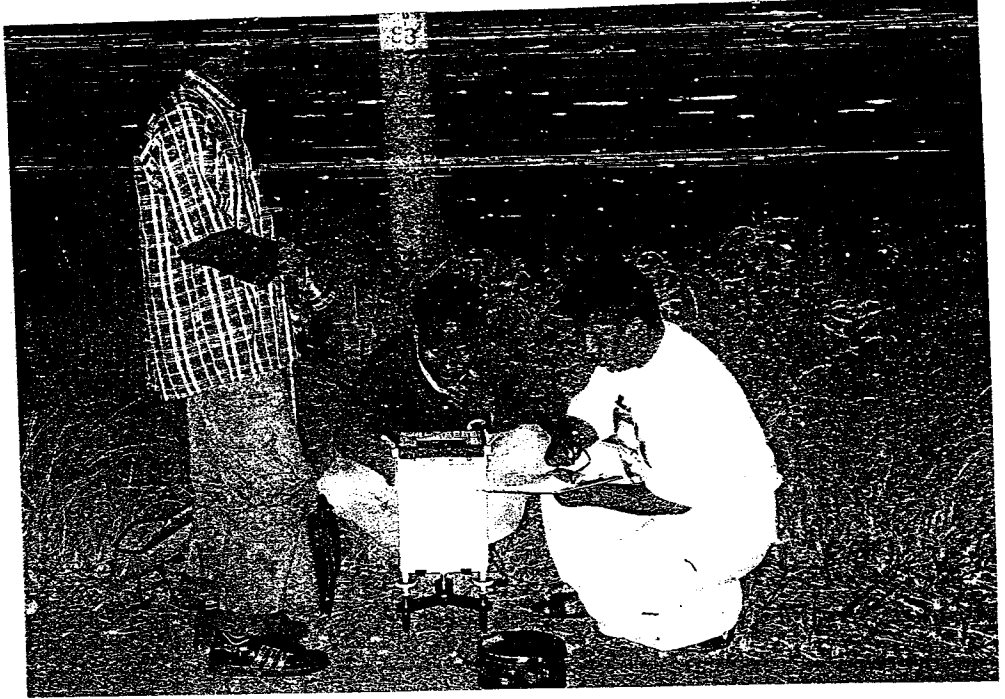
FOTO-FOTO BEBERAPA STASIUN DI DAERAH PENELITIAN

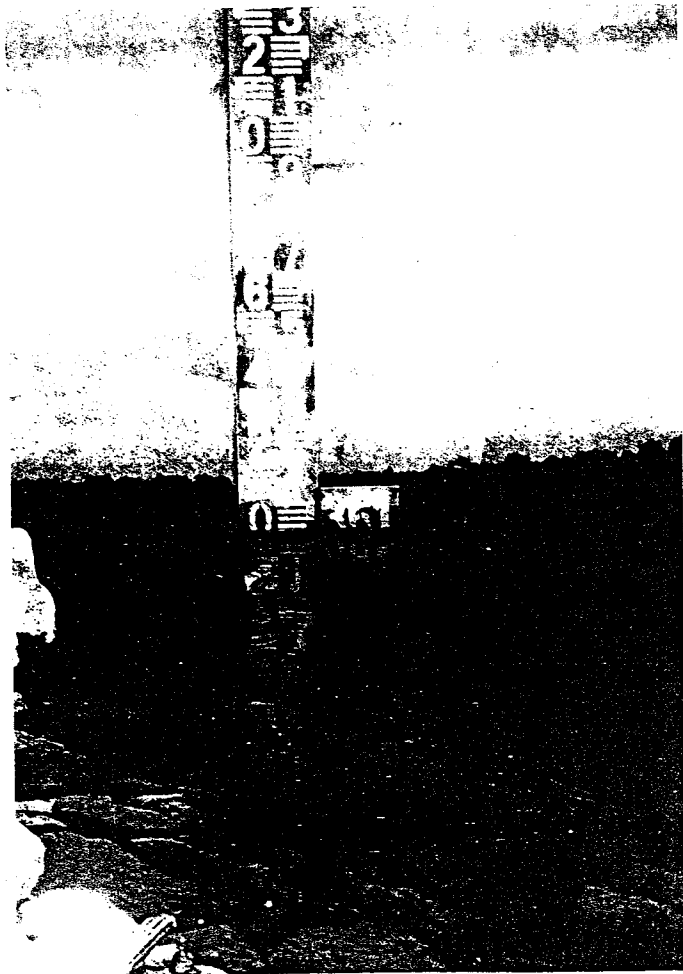
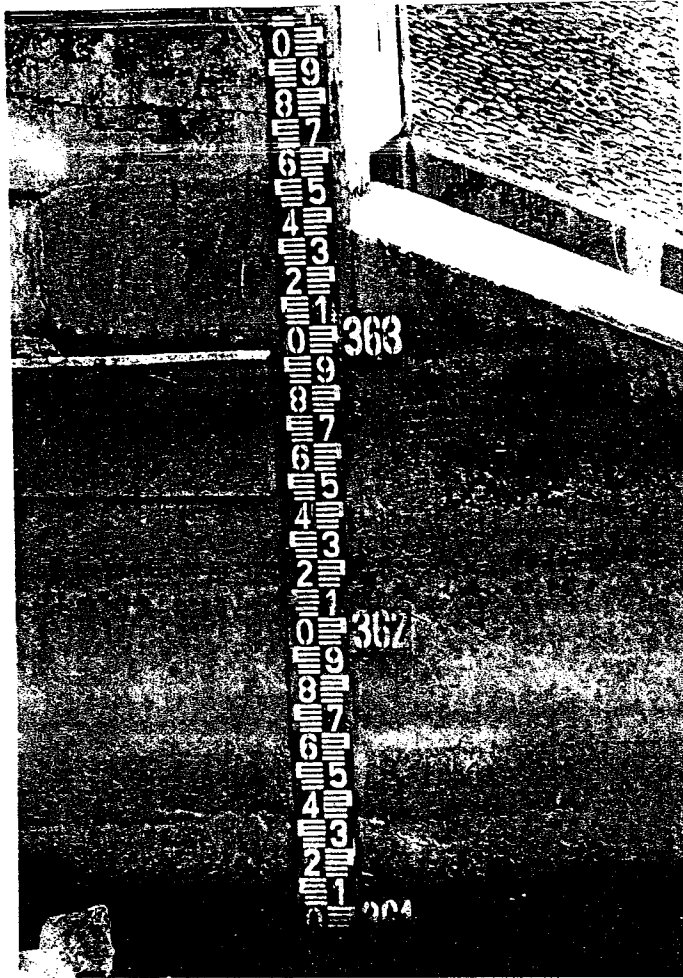












LAMPIRAN E

1. **Mou ANTARA UNP DAN BMG**
2. **MoA ANTARA JURUSAN FISIKA FMIPA UNP DENGAN KOORDINATOR BMG SUMATERA BARAT**



KESEPAKATAN BERSAMA

ANTARA

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

DAN

BADAN METEOROLOGI DAN GEOFISIKA



NOMOR : 246 / H35 / KS / 2008

NOMOR : HK.303 / A.23 / SU / BMG-08

Pada hari ini Rabu tanggal Dua Puluh Empat bulan September tahun Dua Ribu Delapan, yang bertanda tangan di bawah ini :

1. **Prof. DR . Z. MAWARDI EFENDI, M.Pd**, Rektor Universitas Negeri Padang, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Universitas Negeri Padang, berkedudukan di Jalan Prof, DR Hamka, Air Tawar, Padang, Sumatera Barat, selanjutnya disebut PIHAK KESATU;
2. **DR. ANDI EKA SAKYA, M.Eng**, Sekretaris Utama Badan Meteorologi dan Geofisika, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Badan Meteorologi dan Geofisika, berkedudukan di Jalan Angkasa I No.2, Kemayoran, Jakarta Pusat, yang selanjutnya disebut PIHAK KEDUA.

PIHAK KESATU dan PIHAK KEDUA selanjutnya secara bersama-sama disebut PARA PIHAK, terlebih dahulu menerangkan hal-hal sebagai berikut :

- a. PIHAK KESATU adalah Perguruan Tinggi Negeri yang menyelenggarakan pendidikan tinggi dan bergerak dalam bidang pendidikan, pelatihan, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat;
- b. PIHAK KEDUA adalah Lembaga Pemerintah Non Departemen yang melaksanakan tugas pemerintahan di bidang meteorologi, klimatologi, kualitas udara dan geofisika sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Dengan berdasarkan semangat kemitraan untuk meningkatkan dharma bakti kepada bangsa dan negara, PARA PIHAK sepakat untuk mengikatkan diri dalam sebuah nota Kesepakatan Bersama dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut :

Pasal 1

TUJUAN

Kesepakatan Bersama ini bertujuan untuk menunjang pembangunan nasional yang berkesinambungan dalam bidang meteorologi, klimatologi, kualitas udara dan geofisika

.....Pasal 2

Pasal 2
RUANG LINGKUP

Ruang lingkup kesepakatan Bersama ini meliputi :

- a. Pengembangan kapasitas melalui pendidikan berlanjut ;
- b. Pemanfaatan stasiun pengamatan BMG untuk keperluan pendidikan ;
- c. Penelitian dan pengembangan di bidang meteorologi, klimatologi, kualitas udara dan geofisika;
- d. Kegiatan lain yang sesuai dengan tujuan Kesepakatan Bersama ini.

Pasal 3
PELAKSANAAN

Pelaksanaan Kesepakatan Bersama ini akan diatur dalam Perjanjian Pelaksanaan tersendiri yang dibuat oleh PARA PIHAK atau pejabat yang ditunjuk dan diberi kewenangan oleh PARA PIHAK untuk melaksanakan kegiatan tersebut.

Pasal 4
PEMBIAYAAN

Semua biaya yang timbul dari pelaksanaan Kesepakatan Bersama ini akan ditentukan dan diatur lebih lanjut dalam Perjanjian Pelaksanaan Kerjasama.

Pasal 5
JANGKA WAKTU

1. Kesepakatan Bersama ini berlaku untuk jangka waktu 5 (lima) tahun dihitung sejak tanggal ditandatangani oleh PARA PIHAK dan dapat diperpanjang sesuai dengan kebutuhan serta dilakukan evaluasi setiap tahun;
2. Kesepakatan Bersama ini dapat diakhiri sebelum jangka waktu sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dengan ketentuan pihak yang bermaksud mengakhiri kerjasama wajib memberitahukan maksud tersebut secara tertulis kepada pihak lainnya selambat-lambatnya 3 (tiga) bulan sebelum keinginan diakhirinya kerjasama.

Pasal 6
PENYELESAIAN PERSELISIHAN

Perselisihan yang timbul akibat pelaksanaan Kesepakatan Bersama ini akan diselesaikan melalui musyawarah dan mufakat dengan tetap memperhatikan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku

.....Pasal 7


Pasal 7
PERUBAHAN

- 1.) Kesepakatan Bersama ini dapat diubah berdasarkan persetujuan PARA PIHAK
- 2.) Penambahan dan/atau hal-hal yang belum diatur dalam Kesepakatan Bersama ini akan diatur dalam bentuk addendum dan/atau amandemen yang disepakati oleh PARA PIHAK dan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Kesepakatan Bersama ini.

Demikian Kesepakatan Bersama ini dibuat dan ditandatangani pada hari dan tanggal tersebut di atas dalam rangkap 2 (dua) bermaterai cukup, yang masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.

PIHAK KEDUA

BADAN METEOROLOGI DAN GEOFISIKA



Andi Eka Sakya
DR. ANDI EKA SAKYA, M.Eng.
Sekretaris Utama

PIHAK KESATU

UNIVERSITAS NEGERI PADANG



Z. Mawardi Efendi
Prof. DR. Z. MAWARDI EFENDI, M.Pd
Rektor



PERJANJIAN PELAKSANAAN KERJASAMA

ANTARA



JURUSAN FISIKA FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU
PENGETAHUAN ALAM (FMIPA) UNIVERSITAS NEGERI PADANG

DENGAN

BADAN METEOROLOGI DAN GEOFISIKA

NOMOR : 597 / H35.1.5.4 / KS / 2008

NOMOR : HK.303 / 722 / IX/ PPI-08

Pada hari ini Rabu tanggal Dua Puluh Empat bulan September tahun Dua Ribu Delapan bertempat di Universitas Negeri Padang, yang bertanda tangan dibawah ini masing-masing :

1. **DR. Ahmad Fauzi, M.Si** : Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Padang, yang bertindak untuk dan atas nama Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang selanjutnya disebut PIHAK PERTAMA.
2. **Sumarso, Ah. M.G** : Koordinator Stasiun Badan Meteorologi dan Geofisika Provinsi Sumatera Barat, yang bertindak untuk dan atas nama Badan Meteorologi dan Geofisika, selanjutnya disebut PIHAK KEDUA.

Dengan mengacu pada Perjanjian Kerjasama antara Universitas Negeri Padang dan Badan Meteorologi dan Geofisika Nomor : 246 / H.35 / KS / 2008 dan Nomor : HK.303 / A.23 / SU / BMG-08, sepakat untuk mengadakan kerjasama guna meningkatkan kinerja masing-masing instansi.

PASAL 1

TUJUAN

Tujuan kerjasama ini adalah untuk meningkatkan kinerja masing-masing instansi melalui peningkatan kualitas sumber daya dalam kegiatan pendidikan, penelitian, pengabdian, pengajaran dan bantuan tenaga pengajaran.

.....Pasal 2

PASAL 2

TUGAS DAN TANGGUNG JAWAB MASING-MASING PIHAK

PIHAK PERTAMA

1. Membuat rumusan kompetensi dan materi kuliah yang menyangkut meteorologi dan geofisika.
2. Melaksanakan seleksi, akreditasi dan evaluasi akademik staf PIHAK KEDUA yang akan mengikuti pendidikan di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang.
3. Menyiapkan mahasiswa yang akan melakukan magang/pratikum di Stasiun-stasiun PIHAK KEDUA.
4. Membantu PIHAK KEDUA dalam melakukan analisis / interpretasi dan kajian-kajian meteorologi dan geofisika.

PIHAK KEDUA

1. Melakukan evaluasi dan masukan atas rumusan kompetensi materi kuliah bidang meteorologi dan geofisika yang disusun oleh PIHAK PERTAMA.
2. Menyiapkan Staf yang akan mengikuti pendidikan yang dilaksanakan PIHAK PERTAMA.
3. Menyiapkan program kegiatan magang / praktikum yang diselenggarakan oleh PIHAK PERTAMA di Stasiun-stasiun PIHAK KEDUA.
4. Membantu PIHAK PERTAMA dalam memberikan penjelasan kegiatan pengamatan, pengolahan, analisa dan interpretasi data serta penggunaan peralatan yang dioperasikan oleh PIHAK KEDUA.
5. Menyiapkan tenaga pengajar dibidang meteorologi dan geofisika dengan kualifikasi sesuai kebutuhan PIHAK PERTAMA.

KEDUA BELAH PIHAK

1. Menyusun kegiatan penelitian bersama termasuk pendanaan, fasilitas anggota tim, hak atas hasil penelitian dan lain-lain.
2. Melakukan evaluasi dan membuat laporan segala kegiatan kerjasama yang sedang dan sudah dilaksanakan.

.....Pasal 3

PASAL 3

WAKTU PELAKSANAAN

Perjanjian Kejasama ini berlaku sejak ditandatangani dan berlaku untuk jangka waktu 5 (lima) tahun dan dapat ditinjau kembali masa berlakunya 6 (enam) bulan sebelum Perjanjian berakhir.

PASAL 4

PENYELESAIAN PERSELISIHAN

Perbedaan yang timbul dalam penafsiran dan penerapan perjanjian pelaksanaan akan diselesaikan melalui musyawarah, namun apabila tidak tercapai kesepakatan maka penyelesaiannya berdasarkan peraturan yang berlaku.

PASAL 5

BIAYA

Biaya yang berkaitan dengan pelaksanaan kerjasama ini akan diatur dan disepakati oleh kedua belah pihak.

PASAL 6

PENUTUP

- (1) Ketentuan lain yang belum diatur dalam Perjanjian Pelaksanaan Kerjasama ini akan diatur ditetapkan dalam addendum yang disepakati oleh kedua belah pihak dan merupakan bagian yang tidak bisa dipisahkan dari Perjanjian Pelaksanaan Kerjasama ini.
- (2) Perjanjian Pelaksanaan Kerjasama ini dibuat dalam rangkap 2 (dua) bermaterai cukup dan mempunyai kekuatan hukum yang sama.

PIHAK KEDUA :

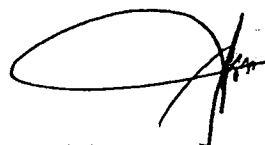
**KOORDINATOR STASIUN BMG
SUMATERA BARAT**



SUMARSO, Ah.M.G
NIP. 120 087 988

PIHAK PERTAMA :

**KETUA JURUSAN FISIKA FMIPA
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**



DR. AHMAD FAUZI, M.Si
NIP. 132 051 380

LAMPIRAN F

SURAT-SURAT DUKUNGAN TERHADAP PELAKSANAAN PENELITIAN



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
LEMBAGA PENELITIAN

Jln. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131 Telp./Fax. (0751) 443450
email : info@lemlit.unp.ac.id atau ipunp@yahoo.com

Nomor : 344/ H 35.2/PG/2008
Lamp : -
Hal : Pemimjaman alat beserta Operator

9 Juli 2008

✓ Kepada Yth.: Sdr Drs. Edi Sukanto
Kasubdin Gravitasi dan Tanda Waktu
Badan Geofisika dan Meteorologi
di
Jakarta

Dengan hormat,

Dengan surat ini kami sampaikan kepada Saudara bahwa staf peneliti Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang sbb :

Nama : Dr. Ahmad Fauzi, M.Si, Cs
NIP : 132051380
Jurusan : Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang

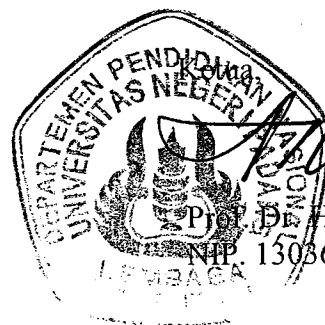
Saat ini sedang melakukan penelitian Hibah Bersaing yang didanai Direktorat Penelitian Dan Pengabdian Kepada Dikti Jakarta dengan judul “ **Monotoring Aktivitas Sesar Di Segmen Sianok Dan Segmen Sunami Menggunakan Metode Gaya berat-Mikro Time Lapse** ” , untuk kelancaran penelitian tersebut kami membutuhkan alat beserta operator sbb :

| No. | Nama alat | Tipe/Ketelitian | Kegunaan | Jml |
|-----|---------------------------------|--------------------------|----------------------|-------|
| 1. | Gravimeter | Tipe D/Ketelitian 1 uGal | Alat Ukur gaya berat | 1 set |
| 2. | Altimeter | Ketelitian 1 mm | Alat Ukur ketinggian | 1 set |
| 3. | Global Positioning System (GPS) | Ketelitian < 1 m | Alat Ukur posisi | 1 set |

Demikianlah disampaikan atas bantuan dan kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih.

Tembusan :

1. Rektor UNP, sbg laporan
2. Dekan FMIPA UNP



H. Anas Yasin,
NIP. 130865634



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
LEMBAGA PENELITIAN

Jln. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131 Telp./Fax. (0751) 443450
email : info@lemlit.unp.ac.id atau ipunp@yahoo.com

SURAT KETERANGAN


Nomor : **353** /H 35.2/TU/2008

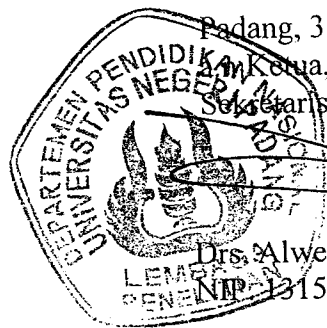
Ketua Lembaga penelitian Universitas Negeri Padang dengan ini menerangkan bahwa :

| NO. | NAMA/NIP | PANGKAT/GOL | INSTANSI |
|-----|---|-------------|----------------|
| 1. | Dr. Ahmad Fauzi, M.Si 132051380 | Penata/IIIc | UNP |
| 2. | Dr. Badrul Mustafa Kemal, DEA, 131642017 | Pembina/Iva | UNAND |
| 3. | Teguh Suroyo 120155239 | ----- | BMG Jakarta |

Akan melakukan penelitian Hibah Bersaing dengan judul “ **Monotoring Aktivitas Sesar Di Segmen Sianok Dan Segmen Sumani Menggunakan Metode Gaya berat Mikro Time Lapse**” , mulai bulan Agustus sampai September 2008 di Tanah Datar dan Padang Panjang.

Demikianlah surat keterangan ini diberikan untuk dapat dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

Padang, 31 Juli 2008
Ketua,
Sekretaris,

Drs. Alwen Bentri, M.Pd.
NIP. 131584115.





BADAN METEOROLOGI DAN GEOFISIKA

Jakarta No. 2, Kembaratan, Jakarta 10725
 P.O. Box 0340, Jakarta 10003

Jakarta, 29 Juli 2008

Nomor : ND.05/GPG/VII-08
 Lampiran :
 Perihal : Peminjaman Alat
 beserta Operator

Yth. Kepada :
 Dr. Ahmad Fauzi, M.Si
 jurusan Fisika FMIPA
 di - PADANG.

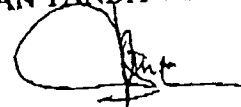
Berdasarkan fax surat Saudara No. 344/ H 35.2/PG/2008, kami menyatakan bersedia membantu melakukan pekerjaan tersebut dengan peralatan yang ada yaitu : 1 unit Gravimeter CG-3 beserta operatornya sdr. Teguh Suroyo. Adapun Altimeter dengan ketelitian 1 mm kami tidak ada.

Perincian biaya yang diperlukan sbb :

1. Taksi BMG – Bandara Cengkareng PP : Rp. 300.000,-
2. Tiket pesawat Jakarta – Padang PP : Rp. 1.800.000,-
3. Alat + Operator per hari : Rp. 800.000,-
 (mulai tanggal meninggalkan BMG sampai dengan tanggal kembali ke BMG)
4. Semua akomodasi operator dilapangan ditanggung oleh Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang.

Demikian kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

KEPALA SUB BIDANG GRAVITASI
 DAN TANDA WAKTU



EDDY SUKANTO
 NIP. 120081250



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
LEMBAGA PENELITIAN

Jalan Hamka UNP Air Tawar Padang 25131 Tlp. (0751) 443450, Operator 7051260, 7058691 Fax. 443450, 7055628

Nomor : 352/H35.2/PG/2008
Lamp. : -
Hal : *Izin Penelitian*

31 Juli 2008

Yth. : **Kesbang Linmas
Kabupaten Tanah Datar
Tanah Datar**

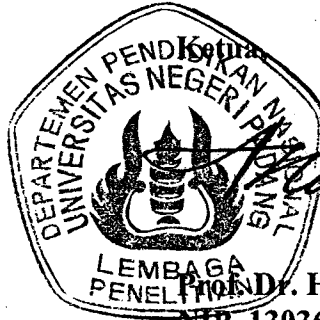
Dengan hormat,
Sehubungan dengan permohonan Peneliti Universitas Negeri Padang tanggal 31 Juli 2008 ,
perihal seperti pokok surat, dengan ini kami mohon kiranya Saudara memberi izin kepada :

Nama : **Dr. Ahmad Fauzi, M.Si**
NIP. : **132 051 380**
Pangkat/Gol. : **Penata, III/c**

Untuk mengumpulkan data penelitian :

Judul : **Monitoring Aktivitas Sesar di Segmen Sianok dan Sigmen
Sumani Menggunakan Metode Gayaberat-Mikro Time Lapse**
Lokasi : **Kabupaten Tanah Datar**
Waktu : **1 Agustus s/d 30 September 2008**

Atas bantuan dan kerjasama Saudara, kami sampai terima kasih.

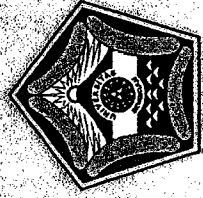


Anas Yasin
Dr. H. Anas Yasin, MA.
NIP. 130365634

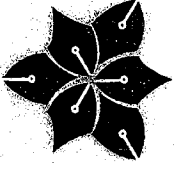
Tembusan :

1. Camat Kec. Peringan
di Peringan
2. Camat Kec. Rambatan
di Rambatan
3. Camat Batipuh Selatan
Batipuh Selatan
4. Camat Batipuh
di Batipuh
5. Camat X Koto

B. DAFTAR ARTIKEL ILMIAH



SERTIFIKAT



BKS PTN BARAT
Bidang Ilmu MIPA

Diberikan kepada

Ahmed Fauzi

Ktas partisipasinya sebagai

Pemekalah

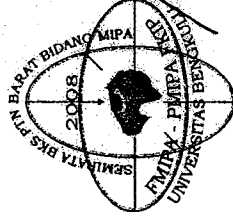
Pada Seminar dan Rapat Tahunan
(SEMIRATA) ke - 21 Badan Kerjasama
PTN Wilayah Barat Bidang Ilmu MIPA di
Universitas Bengkulu tanggal 13-14 Mei 2008

Koordinator Bidang Ilmu MIPA
BKS-PTN Wilayah Barat

Muhammad

Dr. Zulkifli Dahlan, M.Si, DEA
NIP. 130 686 230

Bengkulu, 14 Mei 2008
Ketua Panitia



Suwarsono

Drs. Suwarsono, MS
NIP. 131 650 530



MAKALAH

RESPON ANOMALI GAYABERAT-MIKRO TIME-LAPSE SECARA TEORITIK YANG DISEBABKAN OLEH AKTIVITAS SESAR



Oleh

Ahmad Fauzi

Staf Pengajar Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang

Disampaikan dalam Seminar dan Rapat Tahunan (SEMIRATA) BKS PTN
Indonesia Wilayah Barat bidang MIPA tahun 2008 dengan tema "Peran MIPA
dalam pembangunan daerah berwawasan global bertempat di Universitas
Bengkulu, Bengkulu, tanggal 13-14 Mei 2008

RESPON ANOMALI GAYABERAT-MIKRO TIME-LAPSE SECARA TEORITIK YANG DISEBABKAN OLEH AKTIVITAS SESAR

Ahmad Fauzi

Staf Pengajar Jurusan Fisika FMIPA UNP
Jl. Prof. Dr. Hamka Airtawar Padang, 25131, Telp. 0751-7057420
E-mail: afz_id@yahoo.com

ABSTRAK

Aktivitas sesar di sepanjang Sesar Sumatera diyakini sebagai penyebab utama gempa bumi yang terjadi di daerah tersebut. Bagaimana hubungan antara aktivitas sesar dengan kejadian gempa bumi sampai saat ini belum sepenuhnya terungkap. Telah berhasil dimodelkan hubungan jenis gerakan sesar dengan pola dan distribusi anomali gayaberat-mikro time-lapse. Karakteristik dari pola dan distribusi anomali gayaberat-mikro time-lapse dapat menggambarkan jenis gerakan sesar seperti *strike-slip*, *dip-slip*, *tensile* atau *oblique-slip*. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa anomali gayaberat-mikro time-lapse ditentukan oleh empat parameter utama yaitu laju slip, posisi, bentuk geometri dan rapat massa. Aplikasi metoda pada data lapangan memerlukan minimal dua akuisisi data dalam selang waktu yang berbeda. Akuisisi data awal yang diukur sebelum kejadian gempa bumi tanggal 6 Maret 2007 menunjukkan bahwa terdapat anomali gayaberat-mikro lokal bernilai rendah di sekitar Nagari Gunung Rajo yang mengindikasikan sebuah sesar utama. Data ini konsisten dengan posisi epicenter gempa bumi tanggal 6 Maret 2007 yaitu 0,53S dan 100,53 E di dekat Nagari Gunung Rajo.

Kata-kata kunci : anomali gayaberat-mikro time lapse, *strike-slip*, *dip-slip*, *tensile*, *oblique-slip*, aktivitas sesar, gempa bumi.

Disampaikan dalam Seminar dan Rapat Tahunan (SEMIRATA) BKS PTN
Indonesia Wilayah Barat bidang MIPA tahun 2008 dengan tema "Peran MIPA
dalam pembangunan daerah berwawasan global bertempat di Universitas
Bengkulu, Bengkulu, tanggal 13-14 Mei 2008

RESPON ANOMALI GAYABERAT-MIKRO TIME-LAPSE SECARA TEORITIK YANG DISEBABKAN OLEH AKTIVITAS SESAR

Ahmad Fauzi

Staf Pengajar Jurusan Fisika FMIPA UNP

Jl. Prof. Dr. Hamka Airtawar Padang, 25131, Telp. 0751-7057420

E-mail: afz_id@yahoo.com

ABSTRAK

Aktivitas sesar di sepanjang Sesar Sumatera diyakini sebagai penyebab utama gempa bumi yang terjadi di daerah tersebut. Bagaimana hubungan antara aktivitas sesar dengan kejadian gempa bumi sampai saat ini belum sepenuhnya terungkap. Telah berhasil dimodelkan hubungan jenis gerakan sesar dengan pola dan distribusi anomali gayaberat-mikro time-lapse. Karakteristik dari pola dan distribusi anomali gayaberat-mikro time-lapse dapat menggambarkan jenis gerakan sesar seperti *strike-slip*, *dip-slip*, *tensile* atau *oblique-slip*. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa anomali gayaberat-mikro time-lapse ditentukan oleh empat parameter utama yaitu laju slip, posisi, bentuk geometri dan rapat massa. Aplikasi metoda pada data lapangan memerlukan minimal dua akuisisi data dalam selang waktu yang berbeda. Akuisisi data awal yang diukur sebelum kejadian gempa bumi tanggal 6 Maret 2007 menunjukkan bahwa terdapat anomali gayaberat-mikro lokal bernilai rendah di sekitar Nagari Gunung Rajo yang mengindikasikan sebuah sesar utama. Data ini konsisten dengan posisi epicenter gempa bumi tanggal 6 Maret 2007 yaitu 0,53S dan 100,53 E di dekat Nagari Gunung Rajo.

Kata-kata kunci : anomali gayaberat-mikro time lapse, *strike-slip*, *dip-slip*, *tensile*, *oblique-slip*, aktivitas sesar, gempa bumi.

PENDAHULUAN

Kejadian gempa bumi di Sumatera Barat pada tanggal 6 Maret 2007 tidak hanya mengejutkan masyarakat awam tetapi juga para ilmuwan karena daerah tersebut baru saja dilanda gempa bumi besar tanggal 21 Juni 2004 yang lalu. Kejadian gempa bumi yang terakhir menambah panjang catatan sejarah gempa bumi di daerah tersebut dimana gempa bumi telah terjadi secara berulang sejak tahun 1822, 1926, 1943, 2004 dan 2007. Salah satu daerah yang mengalami

kerusakan terparah adalah Nagari Gunung Rajo yang terletak di Kecamatan Batipuh, Kabupaten Tanah Datar. Daerah ini juga hancur akibat gempa bumi pada tahun 2004 yang lalu.

Kapan (t), di mana (x,y), berapa dalam (h), berapa besar (M) gempa bumi akan terjadi sampai saat ini belum dapat diketahui khususnya untuk jangka pendek (Widiantoro, 2007). Hal ini disebabkan variabel gempa bumi sangat kompleks. Meskipun demikian usaha untuk Mitigasi Bencana Alam (MBA) dan prediksi gempa bumi perlu terus ditingkatkan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah memantau aktivitas sesar di sepanjang pulau Sumatera secara terus menerus menggunakan metode geofisika resolusi tinggi seperti metoda gayabermikro 4D atau metoda gayabermikro *time lapse* dimana waktu adalah dimensi ke-empat. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung respon teoritik dari anomali gayabermikro *time lapse* yang disebabkan oleh pergerakan sesar menggunakan model prisma sisi tegak. Metode diaplikasikan pada data sintetik menggunakan parameter-parameter sesar di segmen Sumani dan segmen Sianok. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai studi kelayakan bagi survai gayabermikro di di segmen Sumani dan segmen Sianok.

PARAMETER-PARAMETER SESAR DI SEGMENT SUMANI DAN SIANOK

Sebelum menghitung respon anomali gayabermikro *time lapse* secara teoritik akibat aktivitas sesar di segmen Sumani dan segmen Sianok, perlu diketahui terlebih dahulu parameter-parameter sesar di pada kedua segmen tersebut. Parameter-parameter sesar tersebut adalah posisi, kedalaman, panjang, lebar, geometri dan laju slip dari sesar serta rapat massa batuan di daerah tersebut.

Segmen Sumani terletak pada posisi $1,0^{\circ}\text{S}$ s/d $0,5^{\circ}\text{S}$ dengan panjang segmen ini adalah 60 km. Segmen Sumani merentang dari daerah vulkanik Danau Diatas sampai arah baratdaya Danau Singkarak. Dua pasang sesar *oblique normal* membentuk topografi sangat curam dengan ketinggian 400 m dari permukaan danau. Struktur sesar di segmen Sumani lebih menyerupai graben dari pada kaldera vulkanik. Ia dapat diamati di lapangan berupa bukit linier setinggi 10-30

m, membentang dari ujung selatan Danau Singkarak ke arah selatan melewati sebelah baratdaya kota Solok. Jalur sesar ini dapat terus diikuti ke arah selatan berupa bukit linier yang terputus-putus, kelurusan sungai/lembah ataupun pembentukan pola aliran sungai. Ujung selatan dari segmen ini berupa zona “transtensional (*pull-apart*)” yang besar ditandai dengan kemunculan Danau Dibawah dan Danau Diatas, sebagai akibat gaya tarikan tektonik pada tiap-tiap kejadian gempabumi.

Segmen Sianok terletak pada posisi $0,7^{\circ}\text{S}$ s/d $0,1^{\circ}\text{N}$ dengan panjang segmen adalah 90 km. Segmen Sianok merentang dari tepi Danau Singkarak sampai katulistiwa dengan lebar 10 km didekat baratdaya Gunung Merapi dan 18 km di Danau Singkarak. Sesar di segmen Sianok dapat dengan mudah diikuti dari fotoudara dan peta tofografi berupa struktur kelurusan yang tegar membentang dari daerah Kumpulan-Bonjol sampai ke ujung utara Danau Singkarak. Di daerah antara antara Bukit Tinggi dan Danau Maninjau jalur sesar ini membentang mengiris lapisan horizontal yaitu tebal dari Tufa Maninjau. Penampakan morfologi yang umum dijumpai adalah kelurusan dari lembah dalam hasil torehan sungai yang bisa mencapai 100 m atau lebih, termasuk lembah Sianok yang terkenal. Di lembah Sianok sesar aktif ini tepat melewati Desa Koto Gadang dan Desa Jambak. Sesar aktif pada tanah dataran kadang bisa diamati di lapangan berupa punggung/undak tanah yang memanjang setinggi beberapa meter, meskipun morfologi sesar ini agak sukar dikenali akibat aktifitas manusia. Di ujung utara segmen Sianok (tepatnya disekitar desas Sipisang-Bonjol) garis sesar terputus membentuk satu struktur “transtensional/step over” yang memisahkan segmen ini dengan segmen sesar di utaranya.

Salah satu parameter utama dari sesar aktif adalah laju pergerakan relatif antara dua blok yang dipisahkan sesar tersebut atau dikenal dengan nama laju slip. Sangat umum dijumpai di daerah Sumatera bahwa besaran laju slip bisa ditentukan dari besarnya pergeseran atau perpindahan (*offset*) sungai yang melewati garis-garis tersebut. Di wilayah tutupan endapan Tufa Maninjau antara Bukit Tinggi dan Danau Maninjau terdapat indikasi yang sangat baik dari perpindahan aliran sungai sebesar 700 m. Hasil penentuan umur radiometrik mengindikasikan

umurnya sekitar 60.000 tahun. Berdasarkan data-data ini diperoleh laju slip di segmen Sianok adalah 12 mm/tahun (Natawidjaya, dkk.,1995).

Bellier and Sebrier (1994) mengatakan bahwa dominasi batuan vulkano berumur Plio-Pleistosen pada graben Singkarak mengindikasikan bahwa graben berumur kurang dari 1000 tahun. Bila panjang offset total pada dua garis segmen strike-slip saat ini adalah ~ 23 km maka laju slip sesar di segmen Singkarak adalah 23 mm/tahun. Prawirodirdjo, dkk., (2000) telah menurunkan laju slip dari data GPS dan triangulasi di sepanjang segmen Sumani dan Sianok menyimpulkan bahwa laju slip di segmen Sumani dan Sianok adalah 23 mm/tahun dengan asumsi kedalaman sesar adalah 24 km di segmen Sianok dan 22 km di segmen Sumani. Hal ini menunjukkan bahwa laju slip sesar secara geologi konsisten dengan pengukuran GPS dan sejarah triangulasi.

Berdasarkan hasil-hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem sesar di segmen Sumani dan Segmen Sianok adalah sesar aktif dengan laju slip 23 mm/tahun. Parameter-parameter sesar di kedua segmen terangkum dalam Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Parameter-parameter sesar di segmen Sumani.

| Parameter sesar | L (km) | W (km) | δ (°) | D (km) | u_1 (mm/thn) | u_2 (mm/thn) | u_3 (mm/thn) |
|---------------------|--------|--------|--------------|--------|----------------|----------------|----------------|
| <i>Strike-slip</i> | 60 | ? | 90 | 22±12 | 23±5 | 0 | 0 |
| <i>Dip-slip</i> | 60 | ? | 90 | 22±12 | 0 | 23±5 | 0 |
| <i>Tensile</i> | 60 | ? | 90 | 22±12 | 0 | 0 | 23±5 |
| <i>Oblique-slip</i> | 60 | ? | 90 | 22±12 | 23±5 | 23±5 | 0 |

Tabel 2. Parameter-parameter sesar di segmen Sianok.

| Parameter sesar | L (km) | W (km) | δ (°) | D (km) | u_1 (mm/thn) | u_2 (mm/thn) | u_3 (mm/thn) |
|---------------------|--------|--------|--------------|--------|----------------|----------------|----------------|
| <i>Strike-slip</i> | 90 | 10-18 | 90 | 24±13 | 23±3 | 0 | 0 |
| <i>Dip-slip</i> | 90 | 10-18 | 90 | 24±13 | 0 | 23±3 | 0 |
| <i>Tensile</i> | 90 | 10-18 | 90 | 24±13 | 0 | 0 | 23±3 |
| <i>Oblique-slip</i> | 90 | 10-18 | 90 | 24±13 | 23±3 | 23±3 | 0 |

Keterangan : L adalah panjang sesar, W adalah lebar sesar, D adalah kedalaman sesar, u_2 dan u_3 adalah asumsi.