

HITUNGAN KECEPATAN PERGERAKAN STASIUN SUGAR AKIBAT PROSES INTERSEISMİK GEMPA MENTAWAI 2007

Much Jibriel Sajagat, Moehammad Awaluddin, Bambang Darmo Yuwono ^{*)}

Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang Semarang Telp.(024) 76480785, 76480788
email : muchjibrielsajagat@yahoo.com

ABSTRAK

Kepulauan Mentawai merupakan salah satu wilayah di sebelah barat daya Sumatera-Indonesia yang memiliki aktivitas seismik yang tinggi. Tercatat dari sejarah kegempaan di pantai barat Pulau Sumatera, di daerah ini telah terjadi gempa dengan magnitudo besar pada tahun 1833 (magnitudo 8.7), tahun 2000 (magnitudo 7.9) dan pada 12 September 2007 dengan magnitudo gempa utama 8.5, diikuti gempa besar lain pada hari yang sama dengan magnitudo 7.9. Gempa bumi yang diikuti tsunami pada 25 Oktober 2010 terjadi di Kepulauan Mentawai terutama di daerah Pulau Pagai Selatan dengan magnitudo 7.7. Melihat data dan fakta tersebut maka perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk menghitung nilai kecepatan pergeseran (*velocity rate*) segmen Kepulauan Mentawai.

Penelitian ini menggunakan data pengamatan stasiun SuGAR dengan jumlah sebanyak sembilan stasiun. Stasiun SuGAR yang digunakan diantaranya adalah BSAT, LAIS, LNNG, NGNG, MKMK, PRKB, PPNJ, PSKI, dan SLBU dengan data pengamatan dari bulan Maret tahun 2006 s.d. bulan September tahun 2007. Titik ikat IGS yang digunakan yaitu BAKO, COCO, DGAR, KUNM, HYDE dan PIMO. Pengolahan data menggunakan *software* ilmiah GAMIT 10.6. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung nilai *velocity rate* periode tahun 2006 s.d. 2007 dari data pengamatan stasiun GPS SuGAR. Selanjutnya nilai *velocity rate* di hilangkan dari efek nilai pergeseran sesar Sumatra dan rotasi blok Sunda untuk mendapatkan nilai *velocity rate* pada stasiun GPS SuGAR akibat proses interseismik gempa Mentawai 2007.

Dalam penelitian ini menghasilkan nilai kecepatan pergeseran (*velocity rate*) periode tahun 2006 s.d. 2007 serta nilai kecepatan pergeseran (*velocity rate*) akibat proses interseismik gempa Mentawai tahun 2007. Untuk vektor kecepatan pergeseran horizontal pada periode tahun 2006 s.d. 2007 semua stasiun mengarah ke timur laut, dengan besaran rata-rata $V_{hor} = 0.04567 \pm 0.0089$ m/tahun dan pergeseran vertikal mengarah ke atas/up dengan nilai $V_{ver} = 0.008456 \pm 0.001983$ m/ptahun. Untuk vektor kecepatan pergeseran akibat proses interseismik gempa Mentawai tahun 2007 semua stasiun mengarah ke timur laut, dengan besaran rata-rata $V_{hor} = 0.02738 \pm 0.0089$ m/tahun dan pergeseran vertikal mengarah ke atas/up dengan nilai $V_{ver} = 0.008456 \pm 0.001983$ m/tahun.

Kata Kunci : GAMIT, Interseismik, Stasiun SuGAR, Vektor kecepatan Pergeseran.

ABSTRACT

Mentawai Islands is located on south-west side of Sumatra, Indonesia which has seismic activities and considered to be the highest seismic activities. History recorded that in the western coast of Sumatra occurred great earthquakes in 1833 (magnitude 8.7), in the 2000 (magnitude 7.9) and September 12, 2007 with 8.5 on the main earthquake followed by another big earthquake with 7.9 magnitude. Earthquake followed by tsunami in October 25 2010 occurred on Mentawai Islands particularly on South Pagai Island with 7.7 magnitude. Looking at the data and the fact that the need for further research to calculate the value of the shift speed (velocity rate) of Mentawai Islands segment.

This research uses SuGAR station observation data with the total of nine stations. SuGAR stations that used in this research including BSAT, LAIS, LNNG, NGNG, MKMK, PRKB, PPNJ, PSKI, and SLBU with observation data from March 2006 until September 2007. Bundle point IGS that used including BAKO, COCO, DGAR, KUNM, HYDE and PIMO. Data processing using science software GAMIT 10.6. The purpose of this research is to calculate the value of velocity rate between 2006 and 2007 from SuGAR GPS station observation data. Moreover, the value of velocity rate is eliminated from Sumatra fault shifting value effect and Sunda block rotation to gain velocity rate value on SuGAR GPS station in the result of Mentawai earthquake interseismic process in 2007.

In this research resulting the value of velocity rate in between 2006 and 2007 also the value of shifting velocity rate in causes of interseismic earthquake in Mentawai on 2007. For horizontal shifting velocity vector in the period of 2006 until 2007 all stations were facing north east, with the average of $V_{hor} = 0.04567 \pm 0.0089$ m/year and vertical shifting facing up with the amount of $V_{ver} = 0.008456 \pm 0.001983$ m/year. For shifting velocity vector in the result of interseismic earthquake process in Mentawai on 2007 all stations were facing to north east, with the average $V_{hor} = 0.02738 \pm 0.0089$ m/year and vertical shifting facing up with the amount of $V_{ver} = 0.008456 \pm 0.001983$ m/year.

Keywords : GAMIT, Interseismic, SuGAR Stations, Velocity Rate.

^{*)} Penulis, PenanggungJawab

I. Pendahuluan
I.1 Latar Belakang

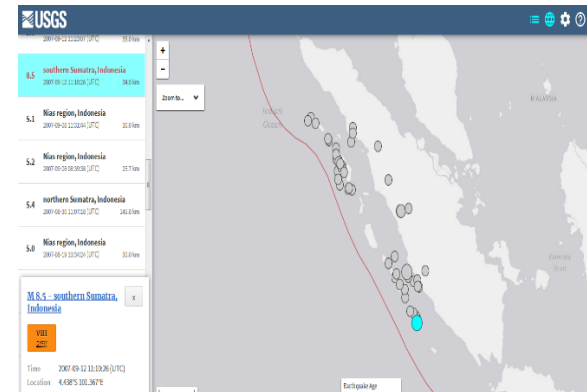
Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak di antara 5° BT - 141° BT dan 6° LU - 11° LS. Indonesia memiliki letak geografis yang sangat strategis, terletak di antara pertemuan tiga lempeng besar dunia yaitu lempeng Eurasia, lempeng Australia, dan lempeng Pasifik. Lempeng Eurasia dan lempeng Australia bertumbukan di lepas pantai barat laut Pulau Sumatra, lepas pantai selatan Pulau Jawa, lepas pantai selatan Kepulauan Nusatenggara timur laut, dan berbelok ke arah utara ke perairan Maluku bagian selatan. Hal ini menyebabkan Indonesia menjadi negara yang sangat subur akan hasil buminya dan kandungan mineral di dalamnya, namun juga memiliki potensi bencana alam yang sangat besar terutama gempa bumi.

Gempa bumi di Indonesia terjadi karena adanya pelepasan akumulasi energi dari proses deformasi di kerak bumi dalam kurun waktu yang sangat lama. Proses deformasi yang terjadi di kerak bumi dapat disebabkan oleh pergerakan lempeng-lempeng tektonik disekitarnya, dimana lempeng tersebut mengalami gerakan penunjaman (subduksi), tumbukan (*collision*) dan pensesaran ke belakang (*backarc thrusting*).

Sumatra merupakan pulau di Indonesia yang memiliki potensi gempa bumi yang cukup besar, tercatat sering kali terjadi gempa bumi di Sumatra bahkan sering diiringi dengan gelombang tsunami akibat lokasi sumber gempa yang terlalu dekat dengan wilayah daratan dan besarnya kekuatan gempa yang terjadi. Kepulauan di Sumatra mengakomodasi tumbukan lempeng Hindia-Australia yang menekan lempeng Eurasia dengan kecepatan 5-6 cm/tahun pada batas antar lempeng di sepanjang pantai barat Sumatra. Zona subduksi Sumatra adalah jalur gempa bumi yang paling banyak menyerap dan mengeluarkan energi Gempa bumi. Dalam sejarah, tercatat sudah banyak Gempa bumi yang terjadi dengan magnitudo (skala Richter dll) di atas 8 (Natawidjaja, D.H., 2007).

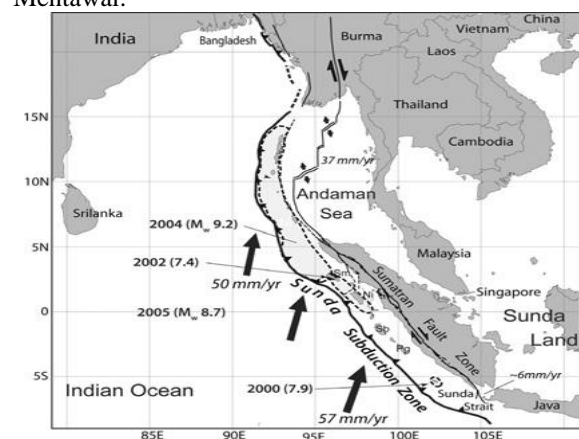
Kepulauan Mentawai terletak di bagian paling barat Sumatera dan termasuk wilayah zona subduksi Segmen Mentawai. Kepulauan ini terdiri atas tiga pulau utama yang berpenghuni yaitu Pulau Siberut, Pulau Sipora, dan Pulau Pagai. Gempabumi tektonik sering terjadi di ketiga pulau ini. Berdasarkan data gempabumi di USGS dengan alamat [website http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/](http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/) tercatat intensitas gempabumi yang cukup sering terjadi di pulau Sumatra khususnya di kepulauan Mentawai antara tahun 2006 s/d 2007. Dimana gempa terbesar terjadi pada hari rabu tanggal 12 September 2007 pada jam 11:10:26 UTC atau 18:10:26 PM pada waktu lokal di kepulauan Mentawai dengan *magnitude* (M_w) 8.5 dengan kedalaman 34.0 Km yang berlokasi di 4.438° LS dan 101.367° BT. Pusat

gempa berjarak sekitar 122.22 Km (75.9 Mil) arah barat daya kota Bengkulu, berjarak sekitar 208.7 Km (129.7 Mil) arah barat daya kota Lubuklinggau, Indonesia.



Gambar 1.1. Data gempa bumi USGS tahun 2006 s/d 2007, lingkaran berwarna biru menunjukkan lokasi terjadinya gempa Mentawai 12 September 2007 (<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/>, 2016)

Lokasi gempabumi berada di antara zona besar sesar Sumatra dan blok Sunda, dimana pada sesar Sumatra dan blok Sunda memiliki nilai pergerakan per tahunnya beserta arah pergerakannya masing-masing. Sehingga pada gempa yang terjadi di Mentawai 2007 masih memiliki nilai pengaruh dari pergerakan sesar Sumatra dan blok Sunda. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Bock dan Prawirodirdjo (2003) menunjukkan bahwa total energi yang dilepaskan di sepanjang Segmen Mentawai sampai tahun 2007 tidak lebih dari sepertiga energi yang terlepas dari total energi yang sudah terkumpul lagi sejak gempabumi tahun 1797 dan 1833. Adapun gempabumi mempunyai sifat berulang. Suatu gempabumi yang terjadi di suatu daerah akan terjadi lagi di masa yang akan datang dalam periode waktu tertentu. Istilah perulangan gempabumi ini dinamakan siklus gempabumi tahun (Shimazaki dan Nakata dalam Awaluddin, M., 2010). Sehingga perlu dilakukan pemantauan pergerakan lempengan tektonik di Kepulauan Mentawai. Pemantauan pergerakan dapat dilakukan dengan melakukan analisis deformasi di sekitar segmen Mentawai.



Gambar 1.2. Ilustrasi zona besar sesar Sumatra beserta arah pergerakannya (Larson et al., 1997 dalam Natawidjaja, 2007)

Dewasa ini survei geodetik semakin dapat di andalkan untuk melakukan pengamatan dan analisis deformasi pada peristiwa gempa bumi, dimana proses gempa bumi terdiri dari proses *interseismic*, *coseismic*, dan *postseismic*. Data dan metode yang digunakan dalam analisis deformasi dapat beragam, diantaranya adalah dengan pengamatan GPS (*Global Positioning System*) dan menggunakan *Interferometric Synthetic Aperture Radar* (InSAR).

Proses awal terjadinya gempa bumi diawali dengan proses interseismik yaitu proses akumulasi pengumpulan energi pada lempeng bumi, dimana energi ini berasal dari proses deformasi lempeng-lempeng disekitarnya. Besar kecilnya kekuatan gempa yang di hasilkan bergantung pada seberapa besar dan lama energi yang terkunci atau terkumpul pada proses interseismik di wilayah tersebut. Semakin besar energi yang terkunci maka kemungkinan kekuatan gempa yang dihasilkan akan semakin besar pula. Berdasarkan fakta tersebut maka perlu dilakukannya penelitian yang membahas dan mengamati pergerakan deformasi lempeng di segmen Kepulauan Mentawai.

Pada penulisan Penelitian ini, deformasi di permukaan bumi diamati menggunakan metode pengamatan GPS dengan memakai data dari sembilan stasiun SuGAR (*Sumatran GPS Array*) yang tersebar di sepanjang Pulau Sumatra secara kontinu menggunakan *software* GAMIT. Selanjutnya dari data deformasi tersebut, akan digunakan dalam menghitung dan menganalisis kecepatan pergeseran stasiun GPS SuGAR akibat proses interseismik gempa Mentawai 2007.

I.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Berapakah nilai vektor kecepatan pergeseran (*velocity rate*) stasiun GPS SuGAR periode 2006 s.d. 2007?.
2. Berapakah nilai vektor kecepatan pergeseran (*velocity rate*) stasiun GPS SuGAR akibat proses Interseismik gempa Mentawai 2007?.

I.3 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data primer yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah data stasiun SuGAR (*Sumatran GPS Array*) dari bulan Maret tahun 2006 s.d 11 September 2007 dengan sembilan stasiun pengamatan.
2. Data sekunder yang digunakan adalah data pengamatan stasiun IGS sebanyak enam buah stasiun, data *locking depth* dan *slip rate* yang di dapatkan dari jurnal penelitian terdahulu.

3. Data stasiun SuGAR yang digunakan pada penelitian ini meliputi stasiun BSAT, LAIS, LNNG, MKMK, NGNG, PPNJ, PRKB, PSKI, SLBU.
4. Data stasiun IGS yang digunakan pada penelitian ini meliputi stasiun DGAR, COCO, BAKO, PIMO, KUNM, HYDE.
5. Data pengamatan GPS SuGAR yang digunakan adalah data *doy* (*day of years*) dengan jumlah masing- masing pengamatan setiap bulan adalah tiga *doy*.
6. Pengolahan data GPS menggunakan *software* GAMIT 10.6 dengan menggunakan kerangka ITRF 2008.
7. Perhitungan vektor kecepatan stasiun SuGAR akibat proses Interseismik gempa Mentawai 2007.

I.4 Maksud dan Tujuan Penelitian

Adapun tujuan Penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini, adalah:

1. Menghitung vektor kecepatan pergeseran stasiun SuGAR periode 2006 s.d. 2007.
2. Menghitung vektor kecepatan pergeseran stasiun SuGAR akibat proses Interseismik gempa Mentawai 2007.

I.5 Lokasi Penelitian

Data pengamatan yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah data pengamatan stasiun SuGAR dengan jumlah sembilan titik pengamatan, yang tersebar di sepanjang pulau Mentawai sampai dengan Bengkulu.

Tabel 1.1. Stasiun SuGAR yang digunakan pada penelitian

No	Stasiun	Lokasi
1	BSAT	Bulasat, Pulau Pagai Selatan
2	MKMK	Bandara Moku-moku
3	NGNG	Nyang-nyang, Pulau Siberut
4	LNNG	Lunang, Indonesia
5	LAIS	Lais, Bengkulu
6	PSKI	Pulau Sikuai
7	PPNJ	Pulau Panjang, Tuapejat
8	PRKB	Parak Batu, Pulau Pagai Selatan
9	SLBU	Silabu, Sumatra Barat

II. Tinjauan Pustaka

II.1. Kondisi Seismitas Segmen Mentawai

Segmen Mentawai-Sumatra Barat merupakan salah satu kawasan seismik aktif yang berada pada 0.5° LS – 4.0° LS dan 100° BT – 104° BT. kawasan ini merupakan kawasan yang menjadi “langganan” terjadinya gempa bumi berkekuatan besar yang dapat mengakibatkan kerusakan. Sebut saja gempabumi tanggal 30 September 2009 dan 25 Oktober 2010 merupakan gempa bumi signifikan terakhir yang terjadi di kawasan ini. Setelah terjadi gempabumi tanggal 25 Oktober 2010, kawasan Segmen Mentawai

bisa dibilang dalam keadaan tenang, hanya gempa bumi berkekuatan $M < 6,0$ yang terjadi. Segemen Mentawai merupakan kawasan *seismic gap*. Artinya kawasan ini menyimpan akumulasi stress yang tinggi, akumulasi stress yang tinggi berkorelasi dengan energi gempabumi yang besar.

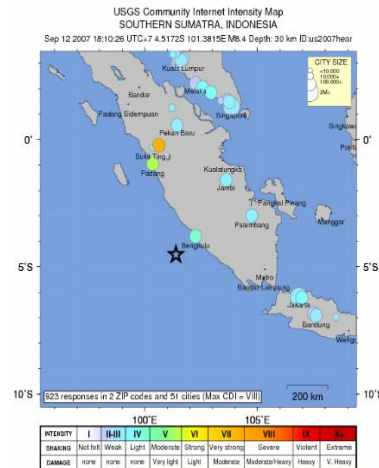
Energi gempa bumi di suatu wilayah bisa kita bagi menjadi dua macam, yaitu energi. Gempa bumi yang dilepaskan setiap tahun dan energi yang disimpan (energi *ekspektasi*). Energi *ekspektasi* di kawasan Mentawai menarik untuk dilakukan perhitungan karena energi potensial ini suatu-waktu bisa dilepaskan dalam bentuk gempabumi berkekuatan besar. Para peneliti memperkirakan energi potensial gempabumi yang tersimpan di kawasan Mentawai cukup besar. Isu gempa bumi *megathrust* Mentawai mengemuka pasca gempa bumi Aceh 26 Desember 2004. Bermula dari hasil penelitian geolog Institut Teknologi California, Kerry Sieh tahun 1994 dan geolog LIPI Danny Hilman Natawijaya, segmen Mentawai yang berlokasi di sisi barat sebelah luar pulau Siberut menyimpan potensi gempa 8,9 SR. Besarnya kekuatan gempa tersebut akan mengancam 76.173 jiwa penduduk Mentawai yang tersebar di 43 desa di 10 kecamatan. Ancaman akan makin serius bagi penduduk yang bermukim di pesisir pantai. Perkiraan para ilmuan ini bukan tidak berdasar, penjelasannya adalah setiap kali setelah terjadi gempa bumi besar, biasanya akan diikuti oleh perubahan permukaan tanah yang dalam bahasa ilmiahnya sering disebut sebagai *ground deformation* (Ardiansyah., S. 2014).

II.2. Gempa Mentawai 2007

Tercatat gempa besar pernah terjadi di kepulauan Mentawai pada tanggal 12 September 2007 dengan kekuatan momen *magnitude* sebesar 8,5 skala *richter*. Terjadi pada jam 11:10:26 UTC atau 06:10:26 AM pada waktu lokal dengan kedalaman 34.0 Km yang berlokasi di 4.438° LS dan 101.367° BT. Pusat gempa berjarak sekitar 122.22 Km (75.9 Mil) arah barat daya kota Bengkulu, berjarak sekitar 208.7 Km (129.7 Mil) arah barat daya kota Lubuklinggau, berjarak 252.1 Km (156.7 Mil) arah barat daya kota Lahat, Indonesia.

Gempa bumi ini terjadi akibat dari dorongan patahan pada ujung batas antara lempeng Australia dan Sunda. Di tempat terjadinya gempa-gempa tersebut, lempeng Australia bergerak timur laut kearah lempeng Sunda secara berkala dengan kecepatan sekitar 60 mm / tahun. Arah gerakan relatif lempeng cenderung miring terhadap orientasi dari batas lempeng lepas pantai pesisir barat Sumatra. Komponen pergerakan lempeng tersebut tegak lurus terhadap batas yang di akomodasi oleh dorongan sesar di batas lempeng lepas pantai. Kebanyakan komponen dari gerak lempeng yang sejajar terhadap batas lempeng diakomodasi oleh sesar horizontal

sejajar dengan jejak sesar di lempeng Sumatra, yang terdapat didalam/pedalaman Sumatra.



Gambar II.3. Lokasi pusat gempa bumi Mentawai 12 September 2007 (USGS, 2015)

II.3. Sumatran GPS Array (SuGAR)

Sumatran GPS Array (SuGAR) dibuat dan dioperasikan oleh anggota *Earth Observatory of Singapore (EOS)* dan Lembaga Ilmu Penelitian Indonesia (LIPI). Data pengamatan GPS ini memiliki interval waktu pengamatan 15 detik. Sejak tahun 2002, SuGAR secara berkelanjutan memonitor pergerakan tektonik di sepanjang pantai barat Sumatra dan Kepulauan Mentawai (Rusmen, M.R dkk., 2012)

Pengoperasian SuGAR dimulai dengan memasang enam stasiun cGPS (*continued GPS*) pada tahun 2002 dan terus dipelihara dan dikembangkan, baik dari segi jumlah, peralatan yang terus ditingkatkan mutunya dan juga sistem telemetri data jaringannya. Hingga tahun 2008, SuGAR telah memiliki stasiun cGPS sebanyak 33 buah tersebar dari wilayah Bengkulu hingga Sumatra Utara dan Aceh. Bahkan di beberapa lokasi stasiun, cGPS ini dilengkapi dengan alat seismometer dan akselerometer untuk keperluan studi aspek seismologinya (LIPI, 2010 dalam Puspita, Y.A., 2015).

III. Metodologi Penelitian

III.1 Alat Yang Digunakan

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Sistem Operasi *Windows 7* dan *Linux Ubuntu 14.04 LTS*.
2. GAMIT/GLOBK versi 10.6, digunakan dalam pemrosesan/ pengolahan data RINEX.
3. *Microsoft Office 2013*, sebagai perangkat pengolah kata.
4. *Adjust*, sebagai perangkat lunak keperluan transformasi koordinat
5. *MATLAB*, sebagai perangkat lunak dalam perhitungan *velocity rate*.

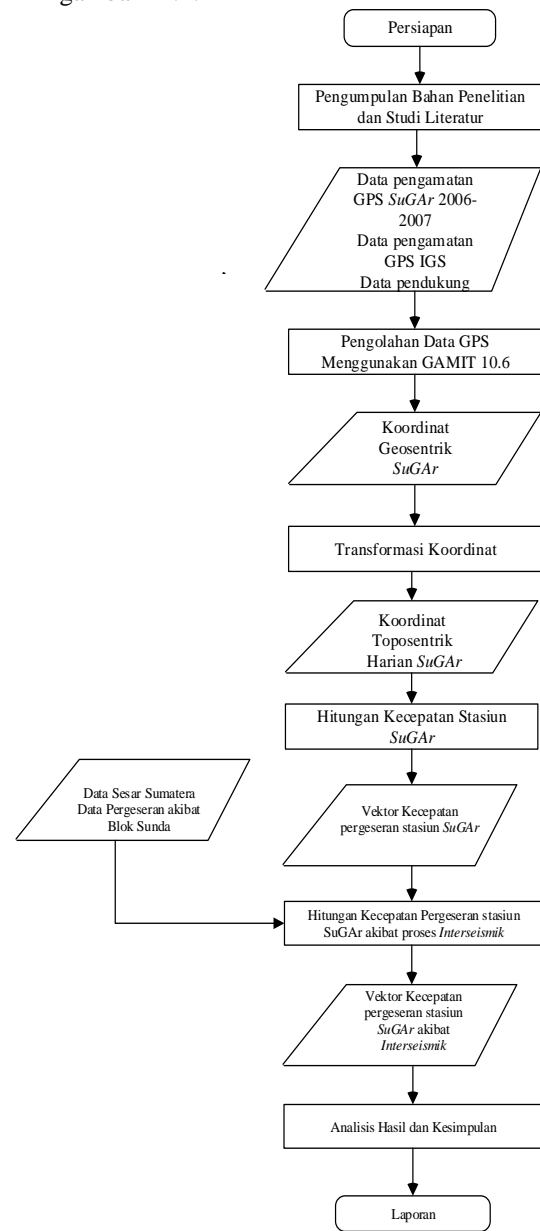
III.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu:

1. Data primer, merupakan data yang harus ada dalam penelitian agar penelitian dapat dilaksanakan. Data yang termasuk dalam data primer adalah sebagai berikut :
 - a. Data pengamatan stasiun GPS SuGAR yang tersebar di sepanjang segmen kepulauan Mentawai yang berjumlah sembilan stasiun. Dimana data yang digunakan adalah data antara tahun 2006 s/d 2007. Setiap bulannya diambil tiga DOY sebagai data yang digunakan pada penelitian kali ini. Untuk tahun 2006, data yang digunakan mulai dari bulan Maret, dikarenakan pada bulan Januari s/d Februari terdapat kekosongan data pada beberapa stasiun SuGAR. Sedangkan untuk tahun 2007, data yang digunakan mulai dari bulan Januari s/d September dikarenakan gempa Mentawai terjadi pada tanggal 12 September 2007. Data SuGAR dapat didownload pada situs <http://garner.ucsd.edu/>, dimana data yang diperoleh adalah data dalam format hatanaka yang terkompres (zip). Contoh untuk data pengamatan untuk stasiun BSAT tahun 2006 bentuknya adalah bsat0110.06d.z (XXXX.doy0.yyd.z). Data tersebut pertama-tama harus diekstrak terlebih dahulu sehingga menjadi format hatanaka bsat0110.06d (XXXXdoy0.yyd) dan untuk bisa diolah menggunakan software GAMIT, data harus dalam format RINEX observasi. Untuk mengubah data dalam format hatanaka menjadi format RINEX digunakan software CRX2RNX sehingga file format hatanaka akan berubah menjadi file RINEX observasi, misalnya bsat0110.006o (XXXXdoy0.yyo).
 - b. Data pengamatan dari stasiun IGS. Data ini berupa pengamatan stasiun IGS, yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: COCO, BAKO, PIMO, KUNM, DGAR, HYDE. Data diperoleh dengan mengunduh dari situs, <http://garner.ucsd.edu/>, data tersebut dipilih sesuai dengan tanggal data pengamatan GPS dalam bentuk data observasi.
2. Data sekunder, adalah merupakan data tambahan yang mendukung terlaksananya penelitian. Dalam penelitian ini yang termasuk ke dalam data pendukung adalah data *locking depth* dan *slip rate* pada sesar Sumatra yang didapatkan dari jurnal penelitian terdahulu. Data pendukung lainnya adalah data pusat rotasi *euler pole* blok Sunda dalam kerangka ITRF 2008.

III.2 Pelaksanaan

Diagram alir penelitian adalah seperti pada gambar III.1.



Gambar III.1. Diagram Alir Penelitian

III.3 Menghitung Kecepatan Pergeseran (Velocity Rate) Akibat Proses Interseismik Gempa Mentawai

Dengan menggunakan rumus perhitungan Fungsi linear yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Y = ax + b \dots\dots\dots (III-1)$$

Keterangan :

- x = waktu
- y = data pada waktu x
- a dan b = nilai yang di tentukan dari kumpulan data pengamatan

Tahapan untuk mendapatkan nilai a dan b adalah menggunakan metode analisis kuadrat terkecil yang tahapannya dijelaskan sebagai berikut :

$$AX = F + V \dots\dots\dots (III-2)$$

$$X = (A^T A)^{-1} \cdot (A^T F) \dots\dots\dots (III-3)$$

Keterangan:

A,V,F = matrik desain, matrik residu dan matrik identitas

X = parameter yang dicari

Kemudian dengan parameter a dan b yang sudah di dapat, dihitung nilai koordinat di setiap waktu yang ada, dan dapat dihitung standar deviasinya. Jika selisih absolut dari nilai koordinat data dan hasil hitungan melebihi satu standar deviasi maka data pada waktu itu di tolak. Data-data yang diterima kemudian dilakukan proses pencocokan kurva kembali dengan metode yang sama sehingga di dapat parameter a dan b yang baru.

Dengan parameter a dan b yang di dapat dihitung koordinat titik pada hari ke-1 tahun pertama dan hari ke-1 tahun kedua. Selisih koordinat keduanya adalah kecepatan pergeseran pertahun titik akibat proses interseismik (Awaluddin, M. 2010).

IV. Hasil Dan Pembahasan

1. Hasil Pengolahan GAMIT

Pada penelitian ini, pengolahan data SuGAR menggunakan software GAMIT akan menghasilkan beberapa file baru hasil pengolahan data. Dari beberapa file yang dihasilkan, hanya file yang berisi informasi penting yang digunakan sebagai bahan analisis dan sebagai bahan untuk melakukan proses pengolahan berikutnya diantaranya berupa file h-files, q-files dan sh_gamit.summary. Semua file tersebut berada dalam folder DOY.

Untuk h-files merupakan file yang memuat nilai adjustment dan matriks varian-kovarian yang digunakan sebagai input dalam pengolahan GLOBK. H-files hasil pengolahan GAMIT dihasilkan dalam masing-masing DOY dengan format file h<nama_project>a.<dua digit terakhir tahun><doy>, misalnya hudipa.06087.

Dalam q-files memuat hasil analisis program solve yang berisi hasil evaluasi dari pengolahan data. Q-files memiliki format q<nama_project>a.<doy>, misalnya qudipa.06087. File ini untuk mengetahui nilai fract. Fract adalah nilai dari adjust per nilai formal. Adjust adalah koreksi koordinat pada saat hitungan perataan. Nilai fract dapat digunakan untuk mengindikasikan apakah terdapat nilai adjust yang janggal dan perlu tidaknya diberikan iterasi untuk mendapatkan nilai adjust yang bebas dari efek non-linier. Nilai formal menunjukkan ketidakpastian pada pemberian data bobot untuk perhitungan kuadrat terkecil. Untuk dapat diterima dan dilakukan proses perhitungan menggunakan GLOBK, nilai fract harus kurang dari 10. Jika nilai fract lebih dari 10, hal tersebut mengindikasikan

bahwa terdapat kesalahan kasar dan sistematik pada pengolahan tersebut.

Label (units)	a priori	Adjust (x)	Formal	Postfit
2*BMND GEOD LAT dms	506:16:52.88981	-0.0113	0.0156	0.06:16:52.89077
2*BMND GEOD LONG dms	E586:50:56.87891	0.0004	0.0178	0.06:50:56.87892
3*BMND RADIOS km	6370.824390352	0.0076	0.0217	6370.82409934
5*BSAT GEOD LAT dms	503:19:22.87809	-0.0189	0.0155	503:19:22.87804
5*BSAT GEOD LONG dms	E108:17:04.43284	-0.0049	0.0189	108:17:04.43288
4*BSAT RADIOS km	6370.8017490369	0.0089	0.0225	6370.80173787
7*CCGO GEOD LAT dms	512:06:33.88758	-0.0099	0.0159	512:06:33.88787
8*CCGO GEOD LONG dms	E896:16:02.29106	-0.0044	0.0171	896:16:02.29091
9*CCGO RADIOS km	6377.1361143139	0.0063	0.0205	6377.13611972
10*DGAR GEOD LAT dms	587:13:17.52197	-0.0128	0.0154	587:13:17.52238
11*DGAR GEOD LONG dms	E872:32:12.86519	0.0026	0.0184	872:32:12.86581
12*DGAR RADIOS km	6377.7324637377	0.0158	0.0393	6377.73247979
13*HNGE GEOD LAT dms	947:18:27.55588	-0.0153	0.0152	947:18:27.55519
14*HNGE GEOD LONG dms	E878:33:03.13072	-0.0021	0.0175	878:33:03.13065
15*HNGE RADIOS km	6376.672754813	0.0057	0.0285	6376.6722138
16*HNGE GEOD LAT dms	824:32:56.33832	-0.0168	0.0157	824:32:56.32961
17*HNGE GEOD LONG dms	E182:47:49.39528	-0.0086	0.0168	182:47:49.39526
18*HNGE RADIOS km	6376.2252621238	0.0093	0.0215	6376.22527277
19*LAIS GEOD LAT dms	593:30:20.37248	-0.0194	0.0155	593:30:20.37282
20*LAIS GEOD LONG dms	E182:02:02.17896	-0.0092	0.0177	182:02:02.17906
21*LAIS RADIOS km	6376.8766706269	0.0148	0.0221	6376.87668066
22*LMNG GEOD LAT dms	582:16:12.13776	-0.0083	0.0154	582:16:12.13882
23*LMNG GEOD LONG dms	E180:09:23.17378	-0.0046	0.0173	180:09:23.17364
24*LMNG RADIOS km	6378.1429286629	0.0047	0.0209	6378.14293134
25*HNGE GEOD LAT dms	582:31:32.46208	-0.0086	0.0164	582:31:32.46196
26*HNGE GEOD LONG dms	E181:05:29.10148	-0.0063	0.0174	181:05:29.10128
27*HNGE RADIOS km	6376.0934547871	0.0156	0.0212	6376.09350882
28*HNGE GEOD LAT dms	591:47:15.49371	-0.0081	0.0164	591:47:15.49397
29*HNGE GEOD LONG dms	E899:16:05.36799	-0.0063	0.0178	899:16:05.36778
30*HNGE RADIOS km	6376.1641648661	0.0066	0.0206	6376.16416138

Gambar IV.1. Tampilan q-files

Untuk mengetahui informasi pengolahan GAMIT dapat diketahui dari summary file seperti dalam Gambar IV.4. Summary file ini terdapat dalam folder DOY pengamatan dengan format file sh_gamit_<doy>.summary, misalnya sh_gamit_087.summary. Informasi yang diperoleh dari summary file diantaranya adalah number of station used yang berisi banyaknya stasiun GPS yang dilakukan pengolahan. Pengecekan dilakukan dengan mengecek jumlah stasiun GPS hasil pengolahan pada sh_gamit_summary sama dengan jumlah stasiun pada awal proses input data. Bila jumlah stasiunnya berkurang dari data yang diolah berarti terdapat kesalahan pada RINEX yang digunakan dalam pengolahan. Pada penelitian ini ditemui beberapa kali stasiun SuGAR yang tidak muncul pada sh_gamit_summary, hal ini salah satunya dikarenakan waktu record data stasiun SuGAR yang tidak overlay dengan minimum waktu record data yang dibutuhkan oleh software GAMIT yaitu 4 jam.

Parameter evaluasi lainnya yang terdapat pada summary file adalah nilai ambiguitas fase. Nilai wide lane diatas 90% mengindikasikan bahwa pada pengolahan tersebut tidak ada noise pada pseudorange. Nilai narrow lane (NL) diatas 80% mengindikasikan bahwa pada pengolahan tersebut tidak ada kesalahan pada ukuran, konfigurasi jaringan, kualitas orbit, koordinat apriori, atau kondisi atmosfer (Panuntun, 2012 dalam Prayitno, B. 2015). Pada penelitian ini tidak ditemukan nilai wide lane (WL) maupun narrow lane (NL) yang berada dibawah nilai standard aman yang ditetapkan.

Selain parameter diatas, masih terdapat parameter evaluasi yang harus dicek pada file sh_gamit_summary, yaitu nilai postfit nrms dan nilai prefit nrms. Postfit nrms adalah nilai perbandingan antara nilai akar kuadrat chi-square dan nilai degree of freedom. Standar kualitas nilai postfit nrms adalah mendekati ± 0,25. Nilai postfit tidak memiliki satuan.

```

sh_gmit_220summary x
Input options -d 2007 220 -ext udip -pres ELEV -orbit IGSF -nftp
Processing 2007 220 GPS week 1439 3 Using mode: jlibriel-K4350 Started at: 16_08_01_18:13:44
Processing directory: /home/jlibriel/SUGAR/2007/220/220
Disk Usage: 27887.7 Free 16534.2 Mbyte. Used 63%
Number of stations used 12 Total Xfiles 54
X-files below limit (20000) threshold: pski slbu

Postfit RMS rms, total and by satellite
RMS IT Site All 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25
26 27 28 29 30 31 32
RMS 30 AL 5.3 123 35 95 99 83 90 89 82 94 78 105 99 87 101 98 105 50 97 100 94 87 92 87 87
85 71 87 88 98 102 0
Best and Worst Two sites:
RMS 30 KUNR 8.1 0 8 10 8 6 5 6 8 0 7 12 6 9 8 8 8 6 10 7 7 6 10 6 9
7 6 10 8 9 9 0
RMS 30 BAKO 0.4 8 10 9 8 7 9 8 8 10 6 9 9 8 8 8 12 8 9 8 7 7 7 7 8 7
7 7 8 10 0
RMS 30 PRKB 10.9 21 8 10 8 10 13 13 9 12 7 11 10 9 14 14 9 12 10 9 8 11 16 12 9
0 8 8 6 11 16 0
RMS 30 BSAT 11.9 13 11 13 11 9 9 10 8 10 9 20 10 13 11 13 9 13 8 10 12 16 13 10 9
8 9 15 7 11 9 0

Double difference statistics
Prefit rms: 0.145190+01 Postfit rms: 0.10738E+00
Prefit rms: 0.146790+01 Postfit rms: 0.10400E+00
Prefit rms: 0.145190+01 Postfit rms: 0.10729E+00
Prefit rms: 0.146790+01 Postfit rms: 0.10400E+00
Number of double differences: 53675

Phase ambiguities (total M-fixed N-fixed): 317 301 294 AUTCLN (Total Expected) 317 317
Phase ambiguities (M-fixed N-fixed): 317 301 294
    
```

Gambar IV.2. Tampilan postfit, prefit, phase ambiguities pada summary file pada DOY 087 tahun 2006

2. Hasil Pengolahan GLOBK

Untuk mendapatkan koordinat stasiun SuGAR dilakukan proses pengolahan terakhir yaitu menggunakan GLOBK, dimana hasil pengolahan GLOBK berupa file dengan format *.org. Dalam file ini berisikan koordinat stasiun pengamatan tiap DOY dengan format nama file globk_<nama project>_<dua digit terakhir tahun><DOY>. Pada file ini hasil koordinat yang ditampilkan adalah koordinat geosentrik (X, Y, Z) dan koordinat toposentrik global (N, E, U) beserta simpangan bakunya.

```

globk.org x
Loc. PSKI_GPS U coordinate (m) 47.04958 0.00738 0.00025
NE_ellipsoid position correlations
-0.0706 -0.0066 0.0793
pbo. PSKI_GPS PSKI_GPS 2006 03 28 11 59 53022.4998 -114002.8842 6273134.08153 -124533.63876 0.00306 0.00615 0.00216 -0.316
0.877 -0.451 | -1.1248846768 100.3514043879 47.65058 19.3 25.7 0.006215 | -125196.85790 11109131.39570 47.65058 0.00215
0.88280 0.006215 -0.000 -0.007 0.029

Int. BSAT_GPS -1137184.9952 6266689.93936 -340042.50992 -0.03611 -0.01597 0.03923 2095.002
332. BSAT_GPS X coordinate (m) 1137185.04511 -0.00376 0.00338
333. BSAT_GPS Y coordinate (m) 6266689.91719 -0.00243 0.00248
334. BSAT_GPS Z coordinate (m) -340042.50961 -0.00718 0.00248
Unc. BSAT_GPS -1137185.04451 6266689.91719 -340042.50961 -0.03611 -0.01597 0.03923 2096.237 0.00331 0.0070 0.0025
Apr. BSAT_GPS -1137185.04451 6266689.91719 -340042.50961 -0.03611 -0.01597 0.03923 2096.237 0.00331 0.0070 0.0025 -1.0000 -1.0000
Loc. BSAT_GPS N coordinate (m) -342495.58613 -0.00726 0.00345
Loc. BSAT_GPS E coordinate (m) 11147532.11570 0.00413 0.00319
Loc. BSAT_GPS U coordinate (m) 5.81003 -0.00133 0.00794
NE_ellipsoid position correlations
-0.0704 -0.0018 0.0651
pbo. BSAT_GPS BSAT_GPS 2006 03 28 11 59 53022.4998 -1137185.04451 6266689.91719 -340042.50961 0.00330 0.00698 0.00248 -0.240
0.869 -0.131 | -3.0769891970 100.2945647440 47.63803 22.0 28.7 0.00704 | -342495.58613 11147532.11570 5.83983 0.00245
0.89320 0.00704 -0.000 -0.000 0.000

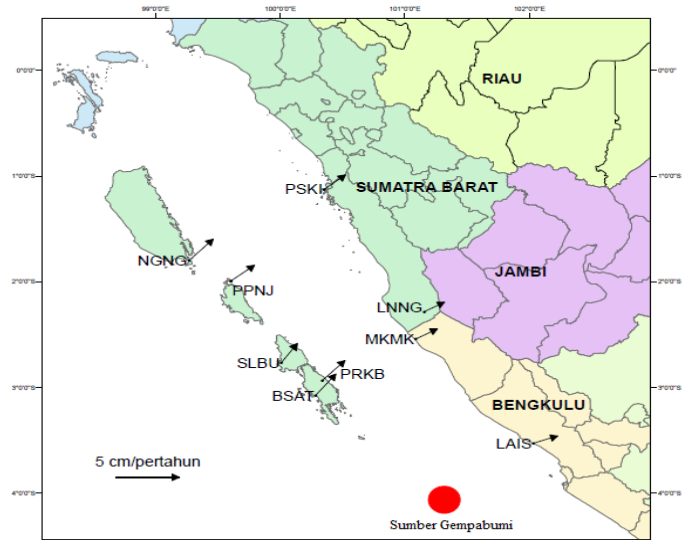
Int. SLBU_GPS -1107335.01052 6273781.03097 -305775.79610 0.00000 0.00000 0.00000 2066.230
335. SLBU_GPS X coordinate (m) 1107335.01625 -0.00573 0.00355
336. SLBU_GPS Y coordinate (m) 6273781.03028 0.00231 0.00724
337. SLBU_GPS Z coordinate (m) -305775.79663 0.00247 0.00204
Unc. SLBU_GPS -1107335.01625 6273781.03028 -305775.79663 0.00000 0.00000 0.00000 2066.237 0.00331 0.0072 0.0020
Apr. SLBU_GPS -1107335.01625 6273781.03028 -305775.79663 0.00000 0.00000 0.00000 2066.237 0.00331 0.0072 0.0020 -1.0000 -1.0000
Loc. SLBU_GPS N coordinate (m) -307853.79674 0.00162 0.00261
Loc. SLBU_GPS E coordinate (m) 11120040.13807 0.00524 0.00334
Loc. SLBU_GPS U coordinate (m) 2.89991 -0.00320 0.00733
NE_ellipsoid position correlations
-0.0703 -0.0119 -0.0166
pbo. SLBU_GPS SLBU_GPS 2006 03 28 11 59 53022.4998 -1107335.01625 6273781.03028 -305775.79663 0.00331 0.00724 0.00204 -0.272
0.881 -0.124 | -2.7603921196 100.0897249885 2.89991 23.5 30.1 0.00733 | -307853.79674 11120040.13807 2.89991 0.00201
0.89334 0.00733 -0.000 -0.000 -0.000
    
```

Gambar IV.3. Tampilan file *.org.

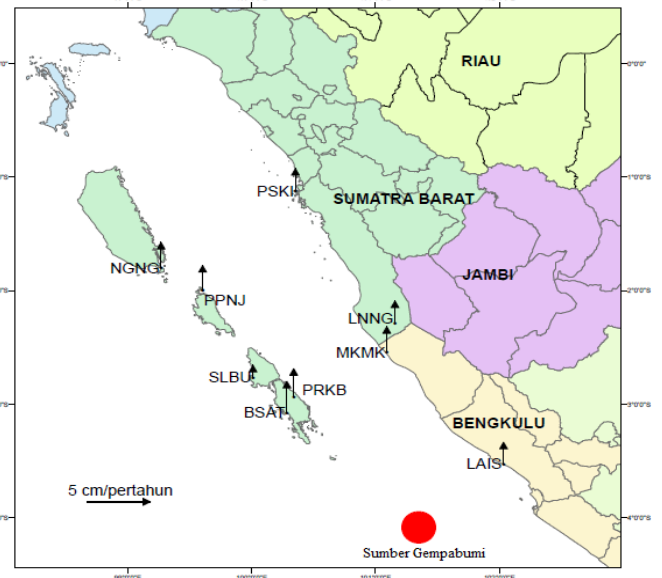
3. Perhitungan Velocity Rate

Tabel IV.1. Vektor kecepatan pergeseran (velocity rate) stasiun SuGAR SuGAR periode waktu tahun 2006 – 2007

Stasiun	Koordinat		Pergeseran stasiun SuGAR SuGAR periode waktu tahun 2006 – 2007 (meter/per tahun)		
	Lat	Long	NS	EW	UD
BSAT	-3,077	100,285	0,041	0,039	0,012
LAIS	-3,529	102,034	0,014	0,029	0,009
LNNG	-2,285	101,156	0,018	0,033	0,008
NGNG	-1,800	99,268	0,019	0,042	0,009
MKMK	-2,543	101,091	0,019	0,035	0,009
PRKB	-2,933	100,400	0,039	0,038	0,010
PPNJ	-1,994	99,604	0,030	0,035	0,009
PSKI	-1,125	100,353	0,027	0,035	0,008
SLBU	-2,766	100,010	0,036	0,036	0,001



Gambar IV.4. Peta pergeseran horizontal stasiun SuGAR periode tahun 2006 – 2007



Gambar IV.5. Peta pergeseran vertikal stasiun SuGAR periode tahun 2006 – 2007

Dari rekapitulasi data vektor kecepatan pergeseran (velocity rate) pada Tabel IV.1, vektor pergeseran tersebut masih dipengaruhi oleh pergerakan sesar Sumatra dan pergerakan blok Sunda. Sehingga untuk mendapatkan vektor kecepatan pergeseran (velocity rate) akibat proses interseismik, diperlukan data perhitungan titik akibat pergerakan blok Sunda dan sesar Sumatra. Setelah dua data tersebut diperoleh, maka dikurangkan dengan vektor kecepatan pergeseran stasiun SuGAR untuk mendapatkan nilai vektor kecepatan pergeseran (velocity rate) akibat proses interseismik gempa mentawai 2007.

Pergerakan titik akibat sesar Sumatra dapat dihitung dengan model dislokasi elastis untuk sesar, dengan menggunakan nilai kedalaman bidang sesar

terkunci (*locking depth*) sebesar 15 Km dan data *slip rate* 23 mm/tahun (Natawidjaja, 2010).

Pergerakan titik akibat aktivitas sesar dapat dihitung dengan rumus (Awaluddin, M 2010) :

$$S(y) = (D/\pi) * \text{TAN}^{-1} (y : w) \dots \dots \dots (IV-1)$$

- Keterangan :
- S(y) = Pergeseran titik di permukaan sebagai fungsi jarak
 - D = *Slip Rate*
 - w = kedalaman bidang sesar terkunci (*locking depth*)
 - y = jarak titik tegak lurus ke sesar

Tabel IV.2. Vektor pergeseran sesar Sumatra

Stasiun	Koordinat		Pergerakan sesar sumatra dalam m/pertahun		
	Lat	Long	NS	EW	UD
BSAT	-3,077	100,285	0,010	-0,010	0,000
LAIS	-3,529	102,034	0,005	-0,007	0,000
LNNG	-2,285	101,156	0,004	-0,007	0,000
NGNG	-1,800	99,268	0,012	-0,007	0,000
MKMK	-2,543	101,091	0,010	-0,010	0,000
PRKB	-2,933	100,400	0,010	-0,010	0,000
PPNJ	-1,994	99,604	0,009	-0,010	0,000
PSKI	-1,125	100,353	0,010	-0,007	0,000
SLBU	-2,766	100,010	0,010	-0,010	0,000

Vektor kecepatan pergeseran blok Sunda dapat dihitung dengan menggunakan model *euler pole* dalam ITRF 2008 yang memiliki pusat rotasi lintang *euler pole* = 46.202° dan *bujur euler pole* = -85.899° dengan kecepatan rotasi sebesar 0.370 deg/Myr (Kuncoro., H. 2013).

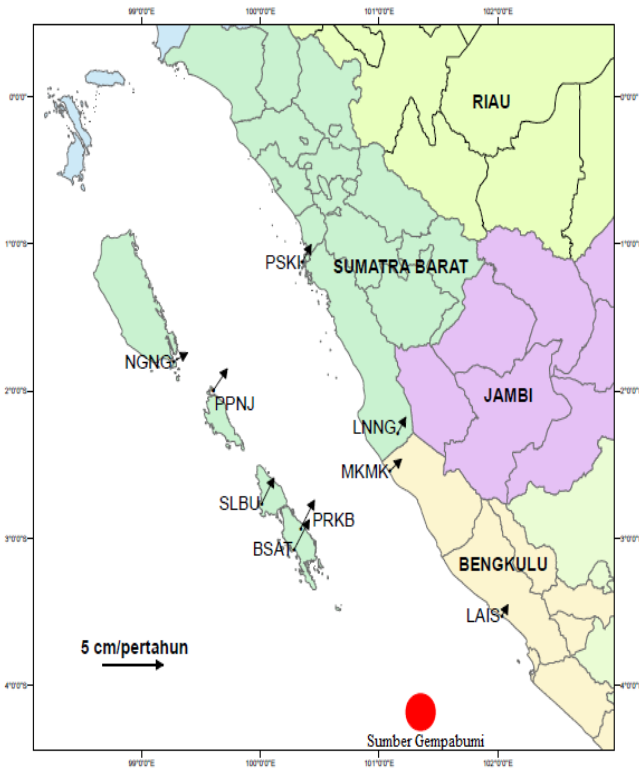
Tabel IV.3. Kecepatan pergerakan rotasi blok Sunda

Stasiun	Koordinat		Kecepatan pergerakan rotasi blok Sunda dalam meter/pertahun		
	Lat	Long	NS	EW	UD
BSAT	-3,077	100,285	-0,003	0,028	0,000
LAIS	-3,529	102,034	-0,004	0,028	0,000
LNNG	-2,285	101,156	-0,003	0,028	0,000
NGNG	-1,800	99,268	-0,002	0,029	0,000
MKMK	-2,543	101,091	-0,004	0,028	0,000
PRKB	-2,933	100,400	-0,003	0,028	0,000
PPNJ	-1,994	99,604	-0,003	0,029	0,000
PSKI	-1,125	100,353	-0,003	0,029	0,000
SLBU	-2,766	100,010	-0,003	0,028	0,000

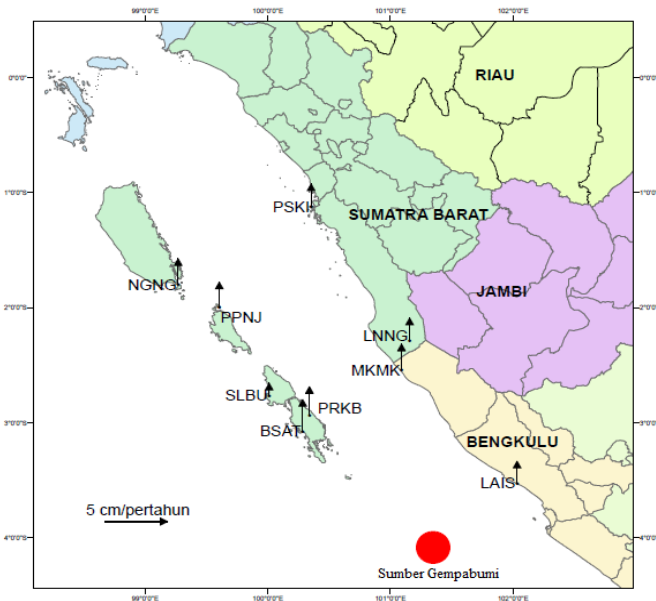
Dengan mengurangi nilai vektor kecepatan pergeseran stasiun SuGAR per tahun dengan kecepatan pergerakan sesar Sumatra dan blok Sunda, maka didapatkan nilai kecepatan pergeseran stasiun SuGAR akibat proses interseismik gempa Mentawai 2007.

Tabel IV.5. Kecepatan horizontal dan vertikal stasiun SuGAR akibat proses interseismik gempa Mentawai 2007

Stasiun	Koordinat		Kecepatan pergeseran stasiun SuGAR akibat proses interseismik dalam meter/pertahun	
	Lat	Long	V Horizontal	V Vertikal
BSAT	-3,077	100,285	0,040	0,012
LAIS	-3,529	102,034	0,016	0,009
LNNG	-2,285	101,156	0,021	0,008
NGNG	-1,800	99,268	0,022	0,009
MKMK	-2,543	101,091	0,021	0,009
PRKB	-2,933	100,400	0,037	0,010
PPNJ	-1,994	99,604	0,031	0,009
PSKI	-1,125	100,353	0,024	0,008
SLBU	-2,766	100,010	0,034	0,001



Gambar IV.6. Peta pergeseran stasiun SuGAR secara horizontal akibat proses interseismik



Gambar IV.7. Peta pergeseran stasiun SuGAR secara vertikal akibat proses interseismik

6. Analisis Velocity Rate (uji t)

Digunakan tabel distribusi normal dengan selang kepercayaan 95% sehingga $t > t_{df,\alpha/2}$ adalah 1,96.

Uji t menggunakan data *velocity rate* periode tahun 2006 s.d 2007. Dimana hasil uji ditunjukkan pada Tabel IV.6 yang menunjukkan hasil uji t pada komponen kecepatan horizontal, dan Tabel IV.7 yang menunjukkan hasil uji t pada komponen kecepatan vertikal.

Tabel IV.6. Hasil uji statistik *velocity rate* komponen horizontal

Stasiun SuGAR	Vn (m)	Ve (m)	VHor (m)	Std n (m)	Std e (m)	Std ij (m)	t hitungan	Perubahan signifikan
BSAT	0,041	0,039	0,057	0,0053	0,0072	0,008940	6,322	Ya
LAIS	0,014	0,029	0,033	0,0054	0,0073	0,009080	3,597	Ya
LNNG	0,018	0,033	0,038	0,0048	0,0064	0,008000	4,754	Ya
NGNG	0,019	0,042	0,046	0,0059	0,0079	0,009860	4,662	Ya
MKMK	0,019	0,035	0,040	0,0052	0,0069	0,008640	4,594	Ya
PRKB	0,039	0,038	0,054	0,0062	0,0083	0,010360	5,230	Ya
PPNJ	0,030	0,038	0,049	0,0051	0,0070	0,008661	5,656	Ya
PSKI	0,027	0,035	0,044	0,0051	0,0069	0,008580	5,138	Ya
SLBU	0,036	0,036	0,051	0,0050	0,0067	0,008360	6,084	Ya

Tabel IV.6 menunjukkan bahwa rata-rata setiap titik SuGAR bernilai $t > t_{df,\alpha/2}$, maka komponen horizontal semua stasiun SuGAR mengalami perubahan kecepatan pergeseran secara signifikan. Untuk pergeseran secara vertikal, hasil uji statistik ditunjukkan pada Tabel IV.7.

Tabel IV.7. Hasil uji statistik *velocity rate* komponen vertikal

Stasiun SuGAR	Vver (m)	Std u (m)	t hitungan	Perubahan signifikan
BSAT	0,012	0,002	5,776	Ya
LAIS	0,009	0,002	4,376	Ya
LNNG	0,008	0,002	4,890	Ya
NGNG	0,009	0,002	4,219	Ya
MKMK	0,009	0,002	5,086	Ya
PRKB	0,010	0,002	4,104	Ya
PPNJ	0,009	0,002	4,597	Ya
PSKI	0,008	0,002	4,546	Ya
SLBU	0,001	0,002	0,632	Tidak

Tabel IV.7 menunjukkan rata-rata setiap titik stasiun SuGAR memiliki nilai $t > t_{df,\alpha/2}$, kecuali pada stasiun SuGAR SLBU dimana memiliki nilai $t < t_{df,\alpha/2}$, maka komponen vertikal rata-rata stasiun SuGAR mengalami perubahan kecepatan pergeseran secara signifikan, sedangkan untuk stasiun SuGAR SLBU tidak mengalami perubahan kecepatan pergeseran secara signifikan.

Dari hasil uji statistik *velocity rate* baik dalam komponen horizontal maupun komponen vertikal, di dapatkan nilai pergeseran terbesar pada komponen horizontal dan komponen vertikal berada pada stasiun SuGAR BSAT, dimana stasiun SuGAR

BSAT terletak paling dekat dengan lokasi pusat sumber gempa bumi Mentawai 12 September 2007. Sehingga dapat disimpulkan bahwa stasiun SuGAR BSAT paling banyak mendapatkan pengaruh pergerakan akibat proses interseismik.

V. Penutup

V.1. Kesimpulan

1. Nilai vektor kecepatan pergeseran (*velocity rate*) stasiun GPS SuGAR periode 2006 s.d. 2007 memiliki nilai rata-rata pergeseran secara horizontal sebesar $0,045666 \pm 0,00894$ m/tahun dengan semua stasiun memiliki arah pergeseran secara horizontal ke arah timur laut, sedangkan untuk pergeseran secara vertikal memiliki rata-rata nilai sebesar $0,008456 \pm 0,001983$ m/tahun dengan semua stasiun SuGAR yang diamati memiliki arah pergeseran secara vertikal ke arah atas/up. Adapun untuk stasiun SuGAR dengan nilai kecepatan pergeseran secara horizontal paling kecil berada pada stasiun LAIS dimana memiliki nilai pergeseran sebesar $0,03266 \pm 0,0091$ m/tahun, sedangkan untuk stasiun SuGAR dengan nilai kecepatan pergeseran vertikal paling kecil berada pada stasiun SLBU dimana memiliki nilai pergeseran sebesar $0,001132 \pm 0,00179$ m/tahun. Adapun untuk stasiun SuGAR dengan nilai kecepatan pergeseran secara horizontal tertinggi berada pada stasiun BSAT dengan nilai kecepatan pergeseran horizontal sebesar $0,05652 \pm 0,008940$ m/tahun, sedangkan untuk stasiun SuGAR dengan nilai kecepatan pergeseran vertikal tertinggi berada pada stasiun BSAT dengan nilai pergeseran sebesar $0,011610 \pm 0,00201$ m/tahun.
2. Nilai vektor kecepatan pergeseran (*velocity rate*) stasiun GPS SuGAR akibat proses interseismik gempa Mentawai 2007 memiliki rata-rata nilai pergeseran secara horizontal sebesar $0,027383 \pm 0,00894$ m/tahun dengan semua stasiun SuGAR yang diamati memiliki arah pergeseran secara horizontal ke arah timur laut, sedangkan untuk pergeseran secara vertikal memiliki rata-rata nilai sebesar $0,008456 \pm 0,001983$ m/tahun dengan semua stasiun SuGAR yang diamati memiliki arah pergeseran secara vertikal ke arah atas/up. Adapun untuk stasiun SuGAR dengan nilai kecepatan pergeseran secara horizontal paling kecil berada pada stasiun LAIS dimana memiliki nilai pergeseran sebesar $0,01557 \pm 0,0091$ m/tahun, sedangkan untuk stasiun SuGAR dengan nilai kecepatan pergeseran vertikal paling kecil berada pada stasiun SLBU dimana memiliki nilai pergeseran sebesar $0,001132 \pm 0,00179$ m/tahun. Adapun untuk

stasiun SuGAR dengan nilai kecepatan pergeseran secara horizontal tertinggi berada pada stasiun BSAT dimana memiliki nilai pergeseran sebesar $0,03979 \pm 0,008940$ m/tahun, sedangkan untuk stasiun SuGAR dengan nilai kecepatan pergeseran vertikal tertinggi berada pada stasiun BSAT dengan nilai pergeseran sebesar $0,011610 \pm 0,00201$ m/tahun.

V.2. Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk memperbanyak jumlah DOY (*Day of Year*) yang akan menambah ketelitian hasil pergeseran maupun kecepatan pergeseran.
2. Untuk penelitian yang sama, disarankan untuk mengolah data RINEX menggunakan *software* ilmiah Bernesse atau *software* ilmiah lainnya, agar dapat digunakan untuk membandingkan tingkat ketelitian hasil olahan data RINEX.
3. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk meminta list ketersediaan data pada LIPI selaku departemen pemertintahan yang ditunjuk sebagai penyelenggaraan dan pengelola data stasiun SuGAR.
- 4.

VI. Daftar Pustaka

- _____. <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/> diakses pada 17 April 2016.
- _____. <http://earthquake.usgs.gov/learn/> diakses pada 17 April 2016.
- _____. <http://sopac.ucsd.edu/map.shtml> diakses pada 17 April 2016
- Ardiansyah, S., 2014, "Energi potensial gempa bumi di kawasan segmen Mentawai-Sumatra barat (0.5° LS – 4.0° LS dan 100° BT – 104° BT)". Jurnal, Akademi Meteorologi dan Geofisika, Jakarta.
- Awaluddin, M., 2010. "Hitungan Distribusi Slip Gempa Bengkulu Tahun 2007 dari Data Pengamatan GPS Dengan Teknik Inversi Kuadrat Terkecil". Tesis. Bandung: Teknik Geodesi dan Geomatika Institut Teknologi Bandung.
- Bock, L.Y. dan Prawirodirjo, J.F., 2003, "Crustal Motion in Indonesia from Global Positioning System Measurements", *Journal of Geophysical Research* VOL. 108, No. B8, 2367, doi:10.1029/2001JB000324, 2003.
- Kuncoro, H., 2013. "Estimasi Parameter Rotasi Euler Blok Sunda Berdasarkan Data Pengamatan Gps Kontinyu Dan Episodik Di Regional Asia Tenggara", Tesis, Teknik Geodesi dan Geomatika Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Natawidjaja, D.H., 2007. "Gempa Bumi dan Tsunami di Sumatra dan Upaya Untuk

- Mengembangkan Lingkungan Hidup yang Aman Dari Bencana Alam.
- Natawidjaja, D.H. Triyoso, W., 2007, "The Sumatran Fault Zone — From Source To Hazard, Journal of Earthquake and Tsunami LIPI Vol. 1, No. 1 (2007) 21–47, Bandung.
- Puspita, Y.A., 2015, " Hitungan Distribusi Slip Koseismik Gempa Mentawai 25 Oktober 2010 Berdasarkan Data Pengamatan Gps Kontinu *SuGAR*", Skripsi Teknik Geodesi Universitas Diponegoro, Semarang.
- Rusmen, R.M. dkk., 2012, "Analisis Deformasi Gempa Mentawai Tahun 2010 Berdasarkan Datapengamatan Gps Kontinu Tahun 2010-2011", Jurnal Geodesi dan Geomatika Institut Teknologi Bandung, Bandung.