

Pergeseran koseismik dari Gempa Bumi Jawa Barat 2009

Irwan Meilano¹, Hasanuddin Z. Abidin¹, Heri Andreas¹, Dina Anggreni¹,
Irwan Gumilar¹, Teriyuki Kato², Hery Harjono³, Zulfakriza¹, Oktavia Dewi¹,
Agustan⁴, dan Arif Rahman⁴

¹Kelompok Keahlian Geodesi, Institut Teknologi Bandung, Jln. Ganesha 10, Bandung

²Earthquake Research Institute, University of Tokyo, Yayoi 1-1-1, Bunkyo-ku Tokyo

³Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jln. Cisit, Bandung

⁴ Kementerian Riset dan Teknologi Indonesia, Jln. MH. Thamrin 8, Jakarta

SARI

Untuk mengetahui besar dan pola pergeseran koseismik Gempa Bumi Jawa Barat 2009, telah dilakukan pengamatan GPS (*Global Positioning System*) pada 4 – 7 September 2009. Hasil pengolahan data menunjukkan terdapat pergeseran koseismik maksimum sebesar 2,1 cm terdeteksi di sekitar Garut Selatan. Secara umum pola pergeseran tersebut menunjukkan arah baratdaya (SW) untuk stasiun GPS yang terletak di timurlaut (NE) dari sumber gempa bumi. Sedangkan untuk stasiun GPS yang terletak pada arah baratlaut (NW) dari sumber gempa bumi di sekitar Kota Cianjur, tidak menunjukkan pola pergeseran yang signifikan. Data pergeseran di permukaan tersebut digunakan untuk menentukan geometri sumber gempa menggunakan pemodelan dislokasi elastis. Sumber gempa memiliki arah jurus N60°E kemiringan 50°, dengan mekanisme sesar naik. Arah sudut jurus ini hampir tegak lurus dengan arah kompresif maksimum akibat tunjaman Lempeng Australia sehingga disimpulkan bahwa gempa bumi ini bukan gempa bumi *interplate* tetapi gempa bumi *intraslab*.

Kata kunci: Pergeseran koseismik, Gempa Bumi Jawa Barat 2009, *intraslab*

ABSTRACT

On September 4-7 2009, GPS observation was carried out to determine the amount and pattern of coseismic displacement of the 2009 West Java earthquake. GPS data analysis show that 2.1 cm coseismic displacement was detected around South of Garut. In general, coseismic displacement pattern show South-West direction of displacement for GPS station located at North-East. While no significant coseismic displacement was detected for GPS station located North-West of epicenter. Surface displacement data was used to determine earthquake source's geometry by using elastic dislocation modeling technique. The strike of the earthquake was 60°, dip 50° and the mechanism was reverse fault. The inferred strike was perpendicular to the direction of maximum compression of Australian Plate subduction so it can be concluded that the earthquake did not occur in the *interplate* but in the *intraslab*.

Keywords: Coseismic displacement, 2009 West-Java earthquake, *intraslab*

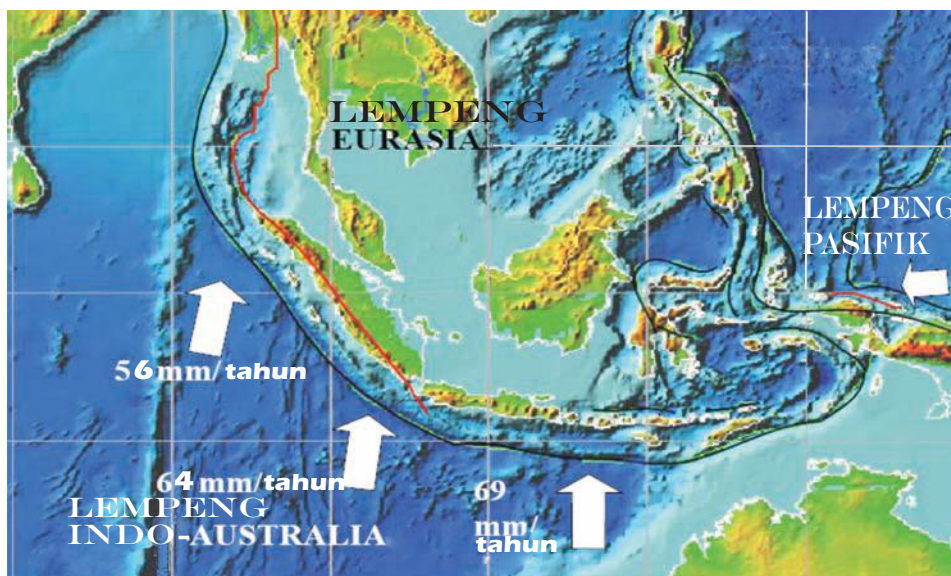
PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia dipengaruhi oleh interaksi dari beberapa lempeng tektonik dengan pola tunjaman (subduksi), tumbukan (*collision*) dan pensesaran busur belakang (*back-arc thrusting*). Dengan kondisi tektonik ini, maka di sepanjang Busur Sunda terdapat berbagai mekanisme gempa bumi seperti gempa bumi *interplate* (Aceh 2004, Nias 2005, dan Pangandaran 2006), gempa bumi daratan (Yogyakarta 2006), dan gempa bumi busur luar (*outerise*) (Nias 1917).

Gempa bumi di sepanjang Busur Sunda ini berasosiasi dengan tunjaman dari lempeng tektonik Indo-Australia. Kecepatan tunjaman di sepanjang Sumatera sebesar 56 mm/tahun dengan arah miring hampir 30° terhadap palung (*trench*). Sedangkan gempa bumi di

Selatan Jawa Barat yang terjadi pada 17 Juli 2006 mencapai 64 mm/tahun. Lebih jauh lagi di sepanjang *trench* Jawa Timur tingkat subduksinya sekitar 69 mm/tahun (Gambar 1).

Berdasarkan umur tumbukan yang lebih muda, Newcomb dan McCann (1987), menyimpulkan bahwa Sumatera memiliki peluang menghasilkan gempa yang memiliki magnituda lebih besar daripada zona tumbukan di Jawa. Selain memiliki umur yang lebih muda, sudut tumbukan pada palung di Sumatera lebih dangkal dibandingkan di Jawa dengan tingkat kontak bidang tumbukan lebih luas. Batas lempeng Sumatera sepanjang 1300 km memiliki potensi untuk menghasilkan gempa bumi besar. Sementara subduksi di Jawa memiliki frekuensi gempa bumi yang lebih jarang dengan magnituda relatif lebih kecil dari Sumatera.



Gambar 1. Arah dan pergerakan lempeng di seputar Kepulauan Indonesia.

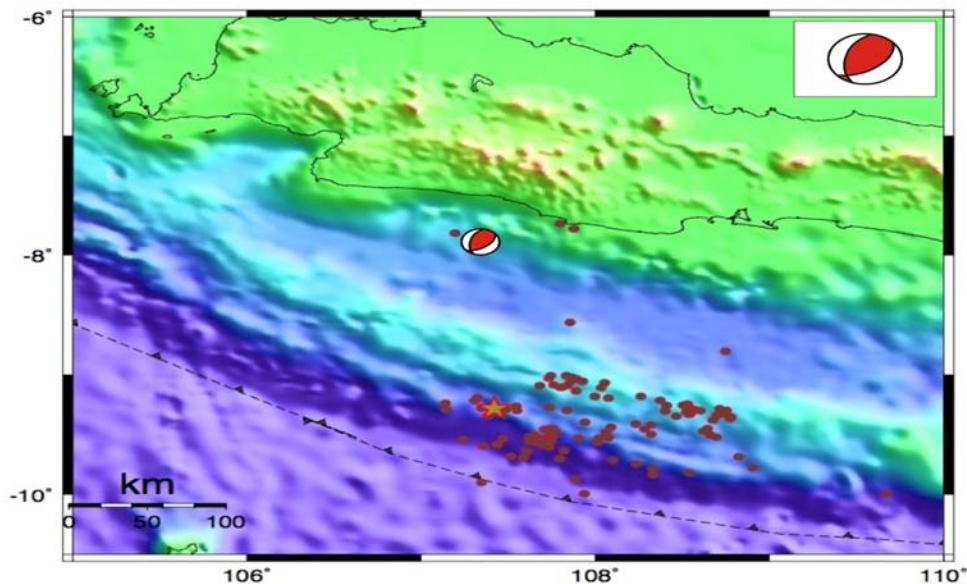
Oleh karena itu diperlukan penelitian yang lebih dalam terkait Gempa Bumi Jawa Barat 2009 untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam mengenai mekanisme subduksi di bawah Pulau Jawa dan sekitarnya. Maksud dari penelitian ini adalah untuk menentukan besaran pergeseran koseismik dari Gempa Bumi Jawa Barat 2009, sedangkan tujuannya adalah untuk mengetahui mekanisme sumber gempa bumi berdasarkan pola pergeseran koseismik di permukaan.

GEMPA BUMI JAWA BARAT 2009

Gempa Bumi Jawa Barat 2009 terjadi pada pukul 14.55 WIB, tanggal 2 September 2009 dengan momen magnituda (M_w) 7,0 dan ke-

dalaman 46,2 km. Gempa ini telah mengakibatkan lebih dari 79 jiwa manusia dinyatakan hilang. Efek getaran gempa dapat dirasakan di wilayah sekitar Bandung, Sukabumi, Tasikmalaya, dan Jakarta. Lokasi gempa bumi $7,778^\circ\text{LS}$ dan $107,328^\circ\text{BT}$ dapat dilihat pada Gambar 2 sebagai lingkaran putih dan merah (*beachball*) dan tanda bintang adalah lokasi dari Gempa Bumi Pangandaran 2006.

Akibat gempa bumi ini terdapat korban meninggal, luka-luka, hilang dan mengungsi di sekitar Jawa Barat dan Jawa Tengah. Data korban jiwa dan pengungsi Gempa Bumi Jawa Barat 2009 dapat dilihat pada Tabel 1 dan lokasi korban meninggal diperlihatkan pada Gambar 3.

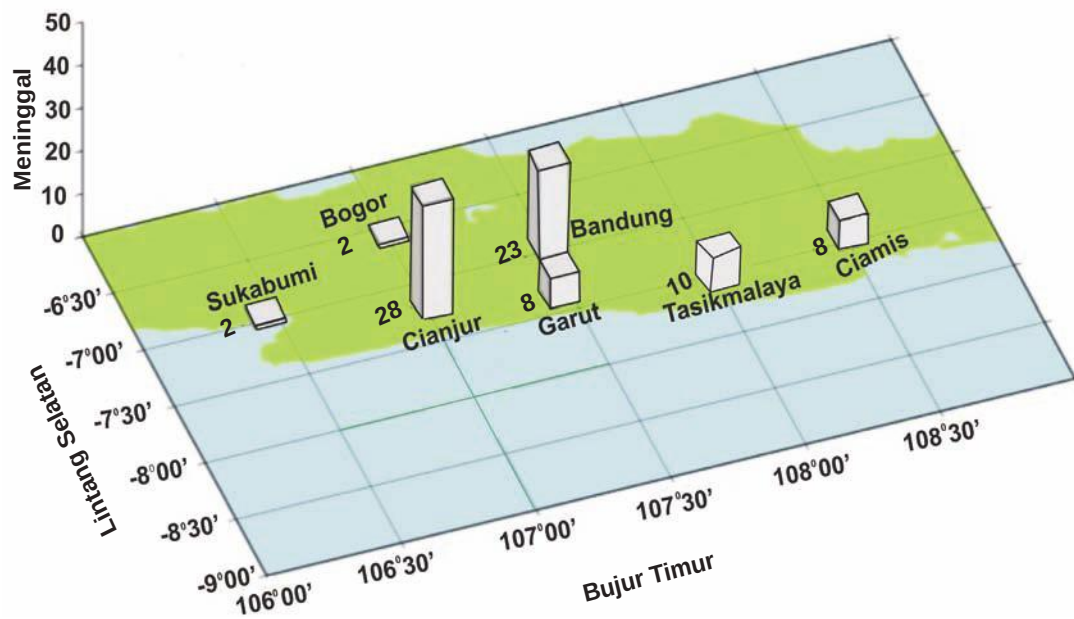


Gambar 2. Lokasi Pusat Gempa Bumi Jawa Barat 2009 tanda bintang dan titik merah adalah Gempa Bumi Pangandaran 2006. Inset adalah mekanisme fokal Gempa Bumi Jawa Barat 2009.

Tabel 1. Data Korban Jiwa dan Pengungsi Gempa Bumi Jawa Barat Tahun 2009

No	Lokasi Korban	Meninggal	Luka	Hilang	Mengungsi
1	Tasikmalaya, Jawa Barat	10	131	0	37849
2	Garut, Jawa Barat	8	141	0	18440
3	Bandung, Jawa Barat	23	781	0	75805
4	Sukabumi, Jawa Barat	0	14	0	1029
5	Cianjur, Jawa Barat	28	21	45	17555
6	Kuningan, Jawa Barat	0	0	0	249
7	Bogor, Jawa Barat	2	17	0	663
8	Ciamis, Jawa Barat	8	123	0	26400
9	Kota Banjar, Jawa Barat	0	4	0	0
10	Cilacap, Jawa Tengah	0	10	0	1348

(Berdasarkan data Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 15 September 2009)



Gambar 3. Lokasi korban meninggal dunia akibat Gempa Bumi Jawa Barat 2009 wilayah Provinsi Jawa Barat.



Gambar 4. Kerusakan bangunan di Tasikmalaya akibat Gempa Bumi Jawa Barat 2009.
Foto: Rudy Suhendar.

METODE PENELITIAN

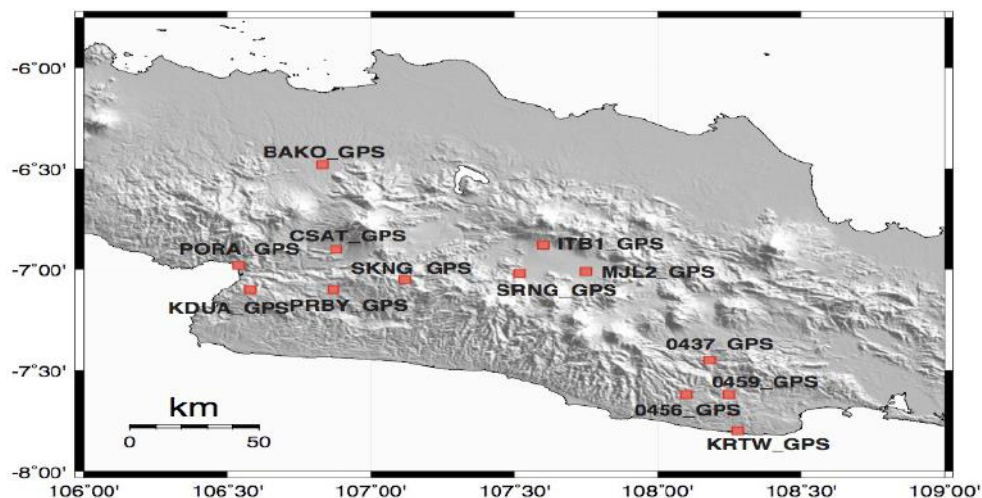
Pergeseran permukaan merupakan komponen penting dalam proses mitigasi potensi kegempaan di suatu wilayah. Besar dan arah pergeseran permukaan bisa didapatkan dengan menggunakan metoda survei GPS, berdasarkan pengamatan secara teliti posisi titik-titik dalam suatu jaring secara kontinu ataupun berkala. GPS dapat digunakan untuk mempelajari laju geser dari sesar aktif serta tingkat retakan di zona subduksi dan juga pergeseran koseismik sesaat setelah terjadi gempa.

Pada dasarnya studi pergeseran koseismik dengan GPS dapat dilakukan dalam metode episodik maupun kontinu. Dengan metode episodik, pergeseran akibat gempa bumi diamati secara teliti melalui perubahan koordinat beberapa titik yang terletak pada lempeng-lempeng tersebut dari waktu ke waktu dengan selang waktu tertentu misalnya setahun sekali. Sedangkan pada metode kontinu, pengamatan GPS di titik-titik pengamatan dilaku-

kan secara terus menerus (Segall and Davis, 1997).

Untuk mendapatkan nilai dan arah pergeseran koseismik, maka diperlukan data yang diperoleh dari survei GPS sebelum gempa bumi, kemudian dibandingkan dengan data beberapa hari sesudah gempa bumi pada wilayah yang sama. Selain data survei lapangan juga digunakan data GPS kontinu pada stasiun pengamatan ITB dan Bakosurtanal. *Software* yang digunakan dalam pengolahan data adalah *Bernese 5.0* (Dach *et al*, 2008).

Lama pengamatan GPS untuk setiap lokasi antara 12-24 jam, selama 1-3 hari pengamatan. Pengolahan data pada penelitian ini terbagi atas empat tahapan, yaitu: pengolahan data GPS, transformasi koordinat, penentuan vektor pergeseran, dan pembuatan model koseismik gempa bumi. Untuk Jaringan pengamatan GPS Jawa Barat bagian selatan diperlihatkan pada Gambar 5.

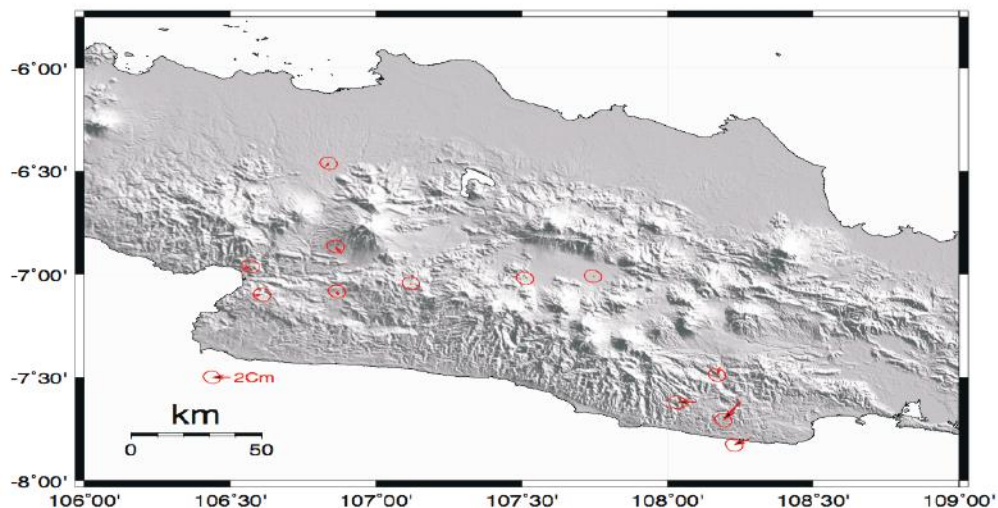


Gambar 5. Jaringan Pengamatan GPS di Jawa Barat Bagian Selatan.

HASIL PENGAMATAN

Arah dan besaran pergeseran akibat Gempa Bumi Jawa Barat relatif terhadap titik ITB diperlihatkan pada Gambar 6. Besarnya pergeseran antara 2 mm-2,1 cm dengan ketelitian pengamatan yaitu 2-6 mm dan tingkat kepe-

cayaan 95%. Berdasarkan pengamatan GPS secara umum pergeseran koseismik Gempa Bumi Jawa Barat tidak menunjukkan pola yang jelas, kecuali pada tiga lokasi pengamatan di Tasikmalaya bagian selatan. Ketiga titik pengamatan tersebut berlokasi di wilayah



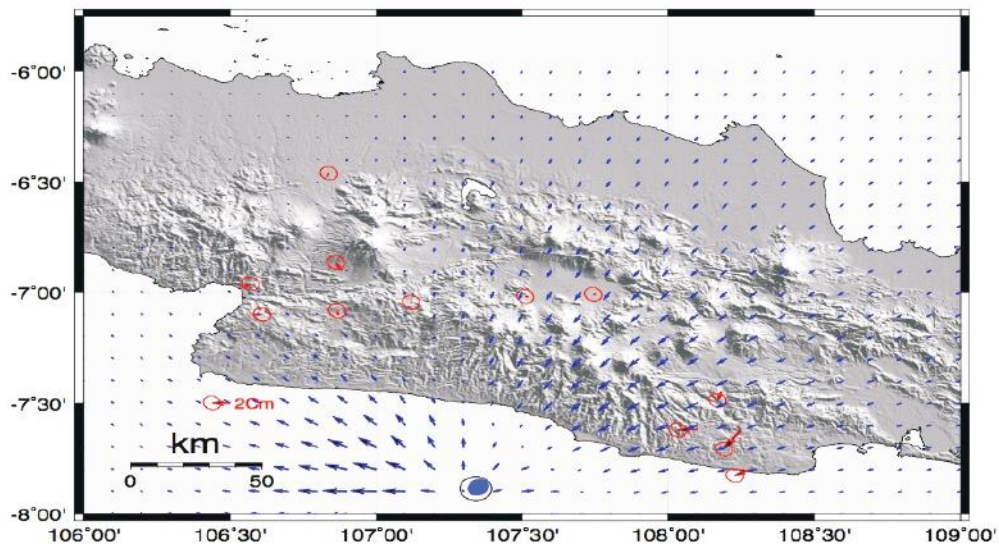
Gambar 6. Pergeseran koseismik Gempa Bumi Jawa Barat Bagian Selatan relatif terhadap titik stasiun pengamatan ITB.

Sancang dan Cilauteureun yang mengalami pergeseran lebih besar dari 1 cm dengan arah baratdaya.

Pengamatan pergeseran permukaan dengan menggunakan GPS dapat digunakan untuk menentukan geometri dari sumber gempa bumi. Pada penelitian ini kami mengasumsikan bahwa sumber gempa bumi sebagai sebuah model yang homogen, linier dan elastik, dengan menggunakan model dislokasi dari Harris dan Segall (1987). Beberapa parameter dari geometri sumber gempa bumi yang digunakan dalam model tersebut yaitu: lokasi sumber gempa bumi, dimensi (panjang dan lebar) sumber gempa bumi, arah jurus, kemiringan dan besar pergeseran sumber gempa bumi. Informasi apriori dari parameter sum-

ber gempa didapatkan dari *global Centroid Moment Tensor (CMT)* dari Harvard.

Berdasarkan perhitungan tersebut, maka didapatkan arah jurus sumber gempa bumi yaitu sekitar $N60^{\circ}E$, sedangkan mekanismenya adalah sesar naik (*thrust*), dengan kemiringan sumber yaitu 50° dari horizontal. Arah kompresif maksimum dari gempa bumi tegak lurus dengan arah jurus. Itulah sebabnya kerusakan yang terjadi di sekitar pantai yang memiliki jarak lebih dekat terhadap hiposenter gempa bumi, misalnya Cidaun dan sekitarnya tidak separah dengan daerah Sindangbarang yang jaraknya lebih jauh tetapi terletak pada arah naik dari geometri sumber gempa bumi. Hal ini mengindikasikan bahwa gempa bumi yang terjadi di Jawa Barat bagian selatan pada tanggal 2 September 2009 tidak bersumber di *interplate* akan tetapi bersumber di *intraslab*.



Gambar 7. Perbandingan pergeseran koseismik Gempa Bumi Jawa Barat Bagian Selatan berdasarkan pengamatan dan estimasi dari model.

KESIMPULAN

1. Pergeseran Koseismik Gempa Jawa Barat 2009 antara 2 mm-2,1 cm.
2. Terdapat 3 titik pengamatan yang berada di wilayah Sancang dan Cilauteureun yang mengalami pergeseran lebih besar dari 1 cm dengan arah baratdaya.
3. Sumber Gempa Bumi Jawa Barat 2009 tidak terjadi di *interplate*, tetapi di *intraslab*.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih pada mahasiswa S1 dan S2 Teknik Geodesi dan Geomatika-ITB yang terlibat dalam proses pengukuran GPS selama penelitian. Beberapa gambar dalam paper ini dibuat menggunakan GMT (Wessel and Smith, 1995).

ACUAN

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), 2009, Laporan Harian Pusdalops BNPB hari Selasa 15 September 2009, www.bnpb.go.id.

Dach Rolf, Urs Hugentobler, and Peter Walser, 2008, Tutorial Bernese GPS Software Version 5.0, Astronomical Institute, University of Bern.

Harris, R. and P. Segall, 1987, Detection of a locked zone at depth on the Parkfield, California, segment of the San Andreas fault, *J. Geophys. Res.*, 92, 7945-7962.

Lihua, Yang, 1980, Distribution and Ground Failure Intensity Distribution of The Tangshan Earthquake. *Earthquake Intensity*.

Newcomb, K. R., and W. R. McCann, 1987, Seismic history and seismotectonics of the Sunda Arc, *J. Geophys. Res.*, 92, 421– 439.

Segall P., and J.L Davis., 1997, GPS Application for Geodynamic and Earthquake studies. *Annu Rev. Earth Planet Sci* 25 :361-36.