

PENENTUAN SESAR AKTIF BERDASARKAN DATA GEODETIK DAN INTERPRETASI GEOLOGI SEKITAR SUNGAI CIMANDIRI JAWA BARAT

Sugeng RAHARJO, Joko HARTADI, Oktavia Dewi ALFIANI

Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta
Jl. SWK 104 Condongcatur Yogyakarta 55285
e-mail : geologi@upnyk.ac.id

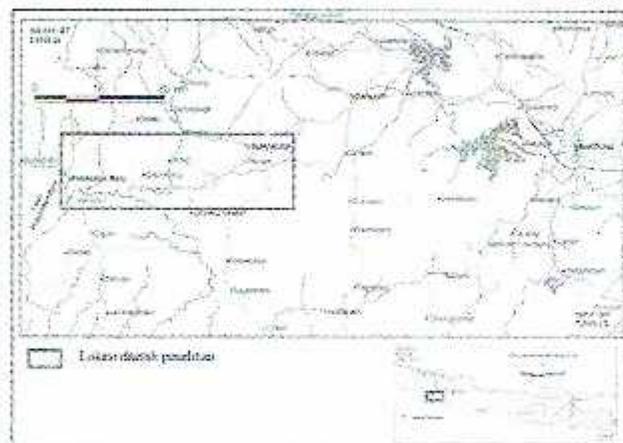
Abstrak

Secara prinsip Indonesia merupakan negara dengan tingkat aktifitas seismik yang relatif tinggi. Dengan kejadian serentetan bencana yang ditimbulkan oleh gempa bumi, maka studi dan evaluasi mengenai resiko bahaya bencana gempa bumi perlu dilakukan. Sebagai daerah tempat bertemunya tiga lempeng dunia yaitu Australia, Eurasia, dan Pasifik, Indonesia merupakan daerah yang rawan gempa bumi. Hampir seluruh wilayah Nusantara ini kecuali Kalimantan kerap kali diguncang gempa bumi. Kegempaan di Sumatera, Jawa, hingga Nusa Tenggara, memang erat kaitannya dengan interaksi lempeng benua yang berada di Samudera Hindia. Salah satu penyebab adanya pergerakan lempeng tersebut adalah munculnya sesar aktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat aktivitas suatu sesar yang dipantau berdasarkan hasil pengukuran GPS sebagai petunjuk adanya deformasi, mengetahui pergerakan rekahan pada masing masing batuan yang dilalui oleh sesar aktif tersebut. Dari hasil pengamatan GPS secara kuantitatif diketahui bahwa di daerah penelitian terdapat sesar aktif dengan sliprate 2 cm/tahun dan merupakan sesar mengiri. Dengan mengumpulkan analisa deformasi dan pergerakan rekahan pada batuan diharapkan dapat menghasilkan pemodelan yang bisa lebih teliti dan lebih akurat digunakan untuk pelaksanaan mitigasi kebencanaan sebagai bentuk kesiapan menghadapi ancaman tingginya aktivitas kegempaan.

Kata kunci: pergerakan tanah, deformasi, sesar cimandiri.

PENDAHULUAN

Subjek penelitian (Gambar 1) adalah sepanjang Sungai Cimandiri, Kabupaten Sukabumi, Propinsi Jawa Barat. Di sepanjang Sungai Cimandiri tersebut diketahui terdapat sebuah sesar yang diduga aktif. Sesar tersebut dikenal dengan Sesar Cimandiri. Sesar Cimandiri merupakan sesar aktif yang berada di wilayah selatan Jawa Barat, tepatnya berada di Sukabumi selatan (Peta Hazard Indonesia, 2010). Sesar Cimandiri memanjang dari Pelabuhan Ratu, Sukabumi, Cianjur dan Padalarang.



Gambar 1. Lokasi Penelitian



Berdasarkan penelitian di lapangan (LIPI, 2006) Sesar Cimandiri dapat dibagi menjadi lima segmen mulai dari pelabuhan ratu sampai Gandasoli. Segmen-segmen tersebut adalah Segmen Pelabuhan Ratu-Citarik, Citarik-Cadasmalang, Cicereum-Cirampo, Cirampo-Pangleseran, dan Pangleseran-Gandasoli. Sesar Cimandiri dipotong oleh beberapa sesar lain seperti Sesar Citarik, Sesar Cicareuh, dan Sesar Cicitih. Karakteristik Sesar Cimandiri sendiri belum sepenuhnya diketahui karena masih sedikitnya penelitian yang lebih mendetail di wilayah sesar tersebut.

Keberadaan Sesar Cimandiri dapat diketahui dari morfologi berupa kelurusan di sepanjang Sungai Cimandiri (Gambar 2). Sedangkan pergeserannya tidak dapat terlihat dari morfologinya. Penelitian ini bertujuan dengan menggunakan data geodetik dan interpretasi geologi dapat menjelaskan karakteristik dari tingkat keaktifan Sesar Cimandiri. Sehingga dengan menggunakan data yang ada dapat diketahui hubungan antara hasil kualitatif dan kuantitatif untuk memperkuat informasi terkait sesar cimandiri. Data geodetik, dalam hal ini menggunakan metode pengukuran GPS, sebagai data kuantitatif. Sedangkan interpretasi geologi menjadi data penguatnya yaitu data kualitatif.



Gambar 2. Penampakan morfologi Sesar Cimandiri (Firus, 2009)

METODOLOGI PENELITIAN

Data geodetik diperoleh dari pengamatan GPS di titik pengamatan dan historis kegempaan yang pernah terjadi, yang kemudian digunakan untuk memperhitungkan vektor pergerakan di titik pengamatan yang mewakili wilayah penelitian. Sedangkan data pengamatan di lapangan merupakan data geologi yang menunjukkan tentang informasi fisiografi, stratigrafi dan struktur geologi di wilayah penelitian. Dengan mengetahui keberadaan Sesar cimandiri, kemudian dapat digunakan untuk mengetahui keterkaitan antara data geodetik dengan data geologinya. Dari data geodetik dan interpretasi geologi akan digunakan untuk menganalisis tentang karakteristik Sesar Cimandiri.

Parameter kegempaan diplot pada peta topografi dengan memberikan posisi episenter gempa dan kekuatan gempanya. Analisa sebaran kegempaan difokuskan pada pengamatan sebaran pusat gempa di darat yang pernah terjadi sepanjang zona sesar cimandiri. Dengan menggunakan metode penalaran, hasil kuantitatif tersebut ditambahkan dengan informasi kualitatif yaitu karakteristik sesar aktif berdasarkan prinsip ilmu geologi yang diasumsikan benar terhadap data geologi.

Histori Kegempaan

Menurut Hall (2007) Sesar Cimandiri merupakan sesar naik dan tergolong tidak aktif namun dengan adanya beberapa kejadian gempa dengan episenter berada di zona sesar Cimandiri, dapat dijadikan pendapat kuat bahwa di sesar Cimandiri merupakan sesar aktif.

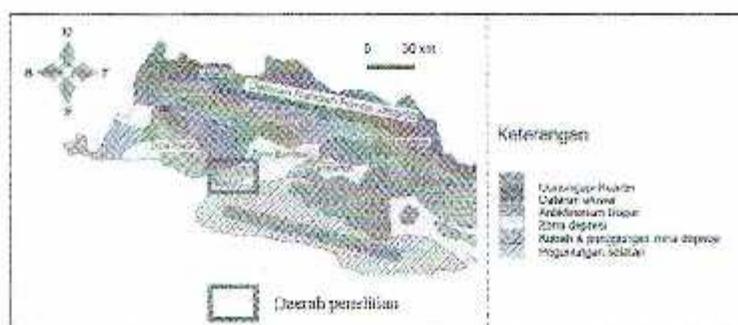


Dari data rekam kegempaan USGS, di wilayah ini telah terjadi beberapa gempa bumi yang mengindikasikan adanya aktivitas dari sesar Cimandiri, yaitu: gempa Pelabuhan Ratu (1900), gempa Padalarang (1910), gempa Conggeang (1948), gempa Tanjungsari (1972), gempa Cibadak (1973), gempa Gandasoli (1982) dan gempa Sukabumi (2001). Akibat yang ditimbulkan dari gempa-gempa tersebut sangat dahsyat seperti ditemukannya kerusakan lingkungan, infrastruktur serta korban jiwa. Beberapa gempa berkekuatan sedang yang terjadi pada 2006 juga mengindikasikan aktifnya kembali Sesar Cimandiri.

Fisiografi Wilayah Penelitian

Menurut Bemmelen (1949), wilayah Jawa Barat dibagi menjadi 4 zona fisiografi, yaitu Zona Jakarta di bagian utara, Zona Bogor dan Zona Bandung yang keduanya terletak di bagian tengah dan Zona Pegunungan Selatan di bagian selatan (Gambar 5).

Berdasarkan pembagian fisiografi tersebut, daerah penelitian termasuk pada bagian barat dari zona Pegunungan Selatan. Pada bagian utara berbatasan dengan dome dan zona depresi tengah dengan munculnya gunungapi kuarter. Zona Pegunungan Selatan membentang mulai dari Teluk Pelabuhan Ratu hingga Pulau Nusa Kambangan, Kabupaten Cilacap, Propinsi Jawa Tengah. Zona Pegunungan Selatan mempunyai lebar sekitar 50 km dan menyempit di Pulau Nusa Kambangan. Zona ini merupakan sayap selatan dari geantiklin Jawa yang miring ke arah selatan.



Gambar 5. Fisiografi Wilayah Jawa Barat (Bemmelen,1949)

Stratigrafi Wilayah Penelitian

Uraian tentang stratigrafi regional daerah penelitian berdasarkan pembagian satuan batuan oleh Soejono Martodjojo,1982 adalah sebagai berikut:

1. Formasi Bayah

Formasi ini adalah formasi yang tertua yang tersingkap di lembah Cimandiri, singkapan terdapat di Gunung Walat dan di daerah Cicalong. Satuan ini dicirikan oleh terdapat batu pasir kwarsa, lanau, konglomerat kwarsa, batulempung, batubara dan bongkah batu gamping. Umur dari satuan ini berdasarkan fosil foraminifera besar yakni menunjukkan umur Eosen Akhir sampai Awal Oligosen. Menurut Musper,1939, satuan ini disebut batupasir dan konglomerat Eosen. Ketebalan satuan ini kira-kira 700 meter.

2. Formasi Walat

Formasi ini tersingkap di daerah Gunung Walat dan sekitarnya. Formasi ini terdiri dari batupasir kwarsa berlapis, konglomerat juarsa dengan fragmen ukuran kerakal, batulempung karbonan, lignit dan lapisan tipis batubara. Sekamin ke atas ukuran butir semakin bertambah kasar. Umr formasi ini diduga Oligosen Awal. Tebalnya diperkirakan mencapai 1000 meter (Musper,1939).

3. Formasi Batuasih

Satuan batuan ini terletak secara tidak selaras diatas formasi Bayah, ketebalan satuan ini 200 m, penyebaran terbatas pada kampung Batuasih.



Satuan ini dicirikan batulempung yang keras, sering napalan, beberapa sisipan lanau pasir dan juga ditemukan pirit umum. Bagian atas terutama lebih bersifat napalan banyak mengandung fosil foraminifera. Umur satuan ini Oligosen Akhir.

4. Formasi Rajamandala

Formasi Rajamandala pada umumnya terdiri dari batugamping berwarna putih hingga putih kecoklatan dengan kenampakan morfologi berlereng terjal yang menunjukkan lebih resisten dibanding batuan sekitarnya. Umur formasi ini berdasarkan foraminifera diperkirakan Oligosen Akhir sampai Miosen Awal (Martodjoyo, 1984 dalam Martodjoyo, 2003).

5. Formasi Jampang

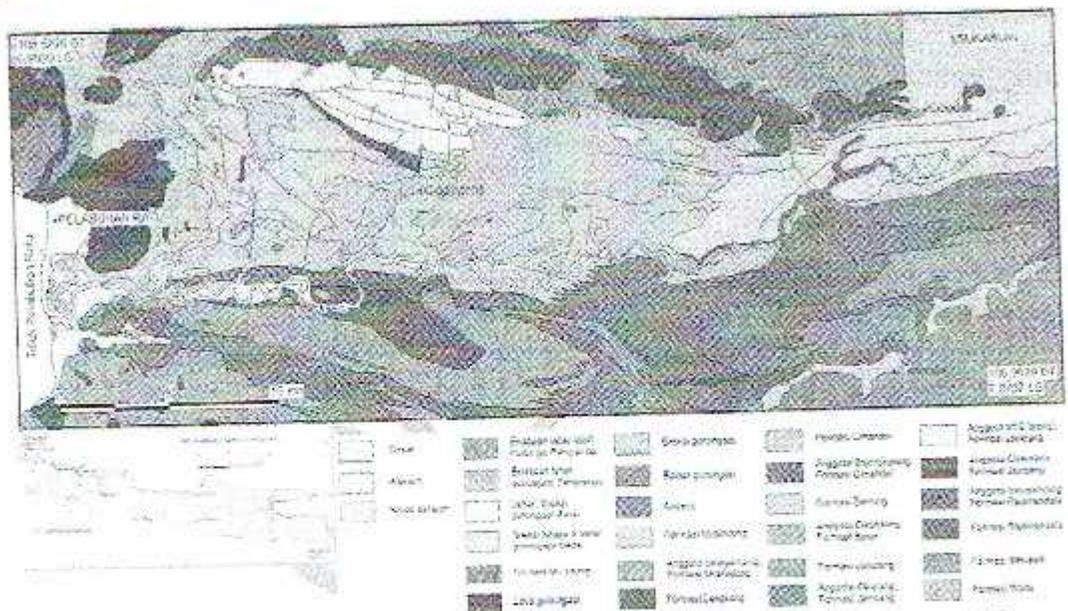
Formasi Jampang adalah sedimen khas Pegunungan Selatan Jawa Barat, dicirikan berupa endapan vulkanik. Formasi ini terdiri dari 3 satuan yang didominasi oleh breksi gunungapi. Formasi ini diendapkan pada mekanisme aliran gravitasi dan beberapa perlapisan mengandung fosil foraminifera planktonik. Umurnya adalah berkisar Miosen Bawah dengan ketebalan 5000 meter.

6. Formasi Cimandiri

Formasi Cimandiri terdiri dari 3 satuan yaitu satuan batupasir mengandung glaukonit dan karbon, Anggota Nyalindung berupa batulempung mengandung moluska dan Anggota Bojonglopang berupa batugamping pecahan koral, konglomerat dan batulempung. Ketebalan formasi ini diperkirakan 800 meter. Umur dari formasi ini diperkirakan akhir Miosen Tengah dan diendapkan pada lingkungan transisi.

7. Formasi Bantargadung

Formasi Bantargadung diajukan sebagai nama baru menggantikan Formasi Nyalindung oleh Sukanto (1975) dan Effendi, dkk (1998). Nama Bantargadung diambil dari nama desa di tepi jalan raya Sukabumi-Pelabuhan Ratu dan terletak di tepi sungai Cigadung. Formasi ini terdiri dari perselingan antara batulempung dan batupasir tufaan, batulempung dengan graywacke kaya mineral kwarsa. Formasi ini penyebarannya dari lembah Cimandiri-Sukabumi hingga ke Purwakarta sesuai dengan jalur fisiografi Bogor (Martodjoyo, 1984 dalam Martodjoyo, 2003). Umur formasi ini diperkirakan adalah Miosen Tengah (N13-N14) dan diendapkan pada lingkungan endapan turbidit dan secara berangsur ke lingkungan pengendapan laut dangkal.



Gambar 6. Stratigrafi daerah Sukabumi (Soekanto, 1975 dan Effendi dkk, 1992)



Dengan melihat Gambar 6 dapat diketahui satuan formasi yang ada di daerah Sukabumi, kemudian dapat dijadikan sebagai data masukan untuk melihat hubungannya dengan hitungan pergerakan di permukaan.

Struktur Geologi

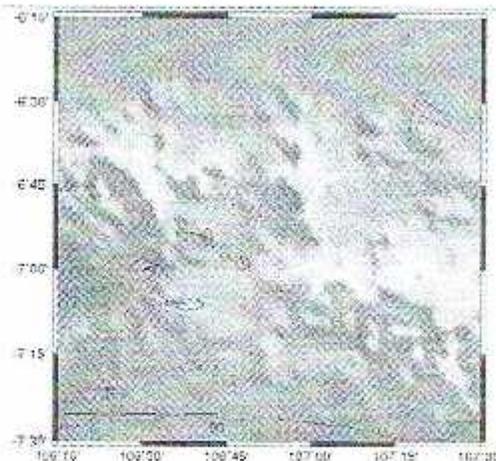
Seperti telah disebutkan sebelumnya, daerah penelitian termasuk di dalam daerah lembah Cimandiri, dimana secara fisiografis daerah ini termasuk dalam zona Bandung (Van Bemmelen, 1949). Pada daerah ini selain struktur sesar juga dijumpai lipatan, struktur ini terjadi karena telah mengalami dua kali pengangkatan. Fase pertama pada saat intra Miosen, dan fase kedua terjadi pada Pliosen sampai Plistosen dengan arah tekanan ke utara, dimana saat Pliosen-Plistosen gaya tekanan tersebut jauh lebih kuat, sehingga menyebabkan terjadinya lipatan dan sesar dari batuan yang lebih tua dan muda.

IIASIL DAN PEMBAHASAN

Pemantauan Sesar Cimandiri dengan metode geodetik dilakukan dengan menggunakan survey GPS. GPS (Global Positioning System) adalah sistem satelit navigasi dan penentuan posisi yang memberikan posisi dan kecepatan tiga dimensi dan informasi mengenai waktu, secara kontinu diseluruh dunia tanpa tergantung waktu dan cuaca, kepada banyak orang secara simultan. GPS digunakan dapat dalam berbagai bidang termasuk pemantauan deformasi dan geodinamika. GPS digunakan untuk mempelajari dinamika bumi seperti pergerakan lempeng-lempeng benua yang selanjutnya digunakan untuk memprediksi gempa bumi. Studi dinamika dapat dilakukan dengan metode episodik maupun kontinyu. Pada Metode episodik, pergerakan lempeng-lempeng diamati secara teliti dengan rentang waktu tertentu. Sedangkan pada metode kontinyu, pengamatan GPS di titik-titik pengamatan dilakukan secara kontinyu.

Pada studi dinamika memerlukan ketelitian yang sangat tinggi karena pergeseran posisi sangat kecil (mm/tahun), maka memerlukan penggunaan receiver GPS geodetik dua-frekuensi dengan lama pengamatan yang relatif panjang. Pada saat pengolahan data memerlukan perangkat lunak ilmiah serta penggunaan informasi orbit satelit GPS yang teliti.

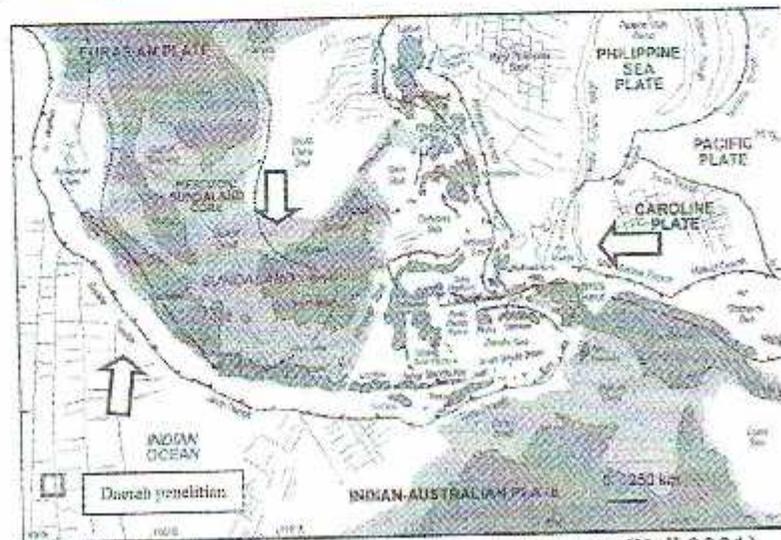
Pada penelitian ini, karakteristik sesar Cimandiri akan dipantau secara episodik dengan menggunakan metode survey GPS (Gambar 3). Dengan mempelajari pola dan kecepatan perubahan koordinat dari titik-titik tersebut dari survey satu ke survey berikutnya, kemudian bersama data-data penunjang lainnya dimodelkan secara matematis maka karakteristik aktivitas sesar akan dapat dilihat dan dipelajari lebih lanjut guna pembuatan model aktivitas sesar Cimandiri.



Gambar 3. Titik pengamatan GPS dan sliprate



Di wilayah penelitian termasuk kawasan Indonesia bagian barat dan sangat dipengaruhi oleh aktivitas tektonik berupa tumbukan antara Lempeng Benua Eurasia dan Lempeng Samudera Hindia- Australia (Gambar 3). Pergerakan Lempeng Benua Eurasia relatif ke arah selatan dengan kecepatan $\pm 0,4$ cm/tahun dan Lempeng Samudera Hindia- Australia dengan kecepatan ± 7 cm/tahun (Minster dan Jordan, 1978 dalam Yeats dkk,1997). Tumbukan ini berlangsung sejak jaman Kapur Akhir dan masih berlangsung hingga kini (Supartoyo,2008).



Gambar 3. Tatanan Tektonik kawasan Indonesia (Hall,2001).

Dari pengamatan GPS di titik pengamatan, dapat diketahui vektor pergeserannya. Untuk dapat mengetahui pergeseran yang terjadi, nilai yang dihasilkan harus sudah terbebas dari pengaruh pergerakan lempeng karena yang diinginkan adalah pergeseran lokal yang sudah terbebas dari pengaruh pergerakan global. Hasil pergeseran titik pengamatan GPS di wilayah penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil hitungan pergeseran di titik pengamatan

TITIK	n (m)	e (m)	u (m)	Sd n (m)	Sd e (m)	Sd u (m)	pergeseran (cm)/ tahun
65	-0.0033	0.01574	-0.0081	0.00268	0.00083	0.00394	1.2
arif	-0.0036	-0.0065	-0.0333	0.003	0.0036	0.0045	1.2
kdua	-0.0024	0.01502	0.0134	0.00148	0.00463	0.00906	1.2
262	-0.0052	0.00464	0.01113	0.00167	0.00217	0.00923	0.6

Berdasarkan pergeseran yang telah diketahui di atas bahwa sebagian besar titik pengamatan bergerak ke arah antara Timur dan Tenggara, pergeseran ini merupakan gabungan dari pergerakan blok sunda dan aktivitas sesar Cimandiri. Pergerakan titik-titik pengamatan didominasi oleh pergerakan blok sunda daripada pergerakan yang diakibatkan oleh aktivitas sesar Cimandiri. Terlihat gerakan titik-titik pengamatan berbeda-beda, gerakan pergeseran yang berbeda-beda ini menunjukkan adanya aktivitas sesar Cimandiri.

Titik pengamatan GPS yang digunakan untuk penelitian ini ada 4 titik yang masing-masingnya diharapkan mampu mewakili satu formasi geologi yang berbeda agar selanjutnya dapat dilihat hubungan antara keduanya. Dari pengamatan di beberapa titik pantau di seputar sesar Cimandiri di daerah Sukabumi dan sekitarnya menunjukkan adanya pergeseran titik pantau, yaitu sebagai berikut:



- Titik pantau 262 yang berada di Formasi Walat telah mengalami pergeseran sebesar 0,6 cm/tahun.
- Titik pantau KDUK pada Formasi Jampang telah mengalami pergeseran sebesar 1,2 cm/tahun.
- Titik pantau Arief pada Formasi Cimandiri telah mengalami pergeseran sebesar 1,2 cm/tahun.
- Titik pantau 65 pada Formasi Bantargadung, diketahui mengalami pergeseran sebesar 1,2 cm/tahun.

Struktur geologi di lapangan diketahui adanya breksi sesar, gawir sesar, gores-garis, offset batuan, arah kelurusan serta kekar gerus dan kekar tarik. Bukti-bukti tersebut terdapat di sepanjang lembah Cimandiri, hal tersebut menunjukkan adanya aktivitas sesar. Gawir sesar terdapat pada batuan breksi bagian dari Formasi Jampang berarah barat-timur. Di Sungai Cirajeg yang mengalir ke Sungai Cimandiri memperlihatkan adanya pergeseran relatif mengiri pada batupasir bagian dari Formasi Cimandiri.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengamatan GPS dan pengamatan geologi diketahui bahwa di daerah penelitian terdapat sesar aktif. Meskipun tidak ditemukan kejadian gempa bumi besar di daerah penelitian namun penemuan adanya sesar cimandiri harus tetap diwaspadai sebagai sesar aktif yang kemungkinan berpotensi untuk bergerak kembali pada masa yang akan datang.

Sesar Cimandiri merupakan sesar aktif, hal tersebut diketahui dari pengamatan GPS dapat diketahui ada pergerakan sebesar 2 cm/tahun.

Pergeseran terkecil terlihat pada titik pantau yang diletakkan formasi yang lebih Walat. Hal tersebut menunjukkan ada kaitan antara litologi dan stratigrafi dengan pergeseran di permukaan.

Pengamatan geologi dan Pemodelan pergeseran yang telah dilakukan menunjukkan adanya pengaruh terhadap aktivitas sesar Cimandiri. Meskipun pergeserannya cukup kecil, namun tidak dapat dihilangkan pengaruhnya dalam menghasilkan ancaman di kemudian hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Bemmelen, R.W. Van., 1949, *The Geology Indonesia*, The Hague Martinus
- Dewi, Oktavia., 2010, *Tingkat Regangan dan Implikasinya terhadap Potensi Kegempaan di Jawa Bagian Barat berdasarkan Pengamatan GPS tahun 200-2010*, Departemen Teknik Geodesi ITB.
- Sugeng., 1987, *Geologi daerah Cikembang Kecamatan Cikembar Kabupaten Sukabumi Jawa Barat*, Departemen Teknik Geologi UPN “Veteran” Yogyakarta.
- Supartoyo., 2008, *Tektonik Aktif Sesar Cimandiri, Kabupaten Sukabumi, Propinsi Jawa Barat*, Departemen Teknik Geologi ITB.

