

IDENTIFIKASI SESAR AKTIF DAERAH CEKUNGAN BANDUNG DENGAN DATA CITRA LANDSAT DAN KEGEMPAAN

Marjiyono, A. Soehaimi dan Kamawan

Pusat Survei Geologi

Jl. Diponegoro 57 Bandung 40122

SARI

Pemantauan kegempaan di sekitar Cekungan Bandung yang dilakukan oleh Laboratorium Seismologi, Pusat Survei Geologi dari 1999 - 2006 telah mencatat terjadi sembilan kali kejadian gempa bumi di wilayah ini. Berdasarkan posisinya, pusat-pusat gempa tersebut berasosiasi dengan kelurusan yang ditafsirkan dari citra *landsat* yang ada di wilayah ini. Berdasarkan hasil kajian dapat ditarik kesimpulan bahwa di daerah Cekungan Bandung dan sekitarnya paling tidak ada lima sesar aktif, yakni : Sesar Tanjungsari - Cileunyi, Sesar Lembang, Sesar Cicalengka, Sesar Jati, dan Sesar Legok Kole.

Kata kunci : sesar aktif, pusat gempa, kelurusan, citra landsat

ABSTRACT

Seismic monitoring around Bandung basin since 1999 - 2006 which has been carried out by the Seismological Laboratory, Geological Survey Institute, had recorded nine earthquakes. Epicentre location of the earthquakes indicated that the earthquakes are associated with the lineaments interpreted on landsat image. It is concluded that there are at least five active faults in this area such as : Tanjungsari - Cileunyi, Lembang, Cicalengka, Jati and Legok Kole fault.

Keywords : active fault, epicenter, lineament, landsat image

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Secara tektonis wilayah Indonesia merupakan pertemuan tiga lempeng besar yang saling berinteraksi satu terhadap yang lain. Lempeng Indo-Australia yang terletak di bagian selatan menunjam di bawah lempeng Eurasia, dan bergerak ke arah utara dengan kecepatan 7,5 cm/tahun, sedangkan di bagian timur, lempeng Pasifik bergerak ke arah barat dengan kecepatan 10,5 cm/tahun (Hamilton, 1979). Berdasarkan kondisi tersebut wilayah Indonesia memiliki tataan tektonik yang kompleks, sehingga menyimpan potensi bencana gempa bumi. Berdasarkan sejarah kegempaan, beberapa kelurusan sesar diidentifikasi sebagai sesar aktif, namun untuk hal tersebut masih diperlukan penelitian lebih lanjut. Identifikasi sesar aktif yang merupakan sumber gempa bumi adalah faktor sangat penting dalam mengantisipasi risiko bahaya gempa bumi untuk melindungi jiwa manusia dan hasil pembangunan, terutama di sekitar wilayah kota besar.

Wilayah Cekungan Bandung merupakan wilayah yang berkembang sangat pesat, tempat tinggal 5,4

juta penduduk. Berbagai prasarana yang meliputi : fasilitas pendidikan, industri, pemerintahan, ekonomi, dan infrastruktur penunjang kehidupan telah dibangun, walaupun potensi bencana gempa bumi yang diakibatkan oleh aktifitas sesar dapat terjadi di wilayah ini. Dalam tulisan ini akan dibahas identifikasi sesar aktif dengan menggunakan data *landsat* dan data kegempaan.

GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Bentang Alam

Wilayah cekungan Bandung secara umum mempunyai bentang alam dataran tinggi yang dikelilingi oleh morfologi perbukitan dan pegunungan gunung api. Dataran tinggi ini dapat dibagi atas dua bagian, yaitu dataran bagian barat dan dataran bagian timur, yang secara morfologis dataran bagian timur lebih tinggi dari pada bagian barat. Ke arah utara dan selatan cekungan dijumpai lereng pegunungan dengan kemiringan berangsur melandai ke arah bagian tengah cekungan, sedangkan di bagian barat dijumpai lajur punggung batuan terobosan yang memanjang dengan arah utara - selatan. Bentang alam punggung perbukitan

gunung api terdiri atas punggung perbukitan bagian utara dan punggung perbukitan bagian selatan. Punggung perbukitan bagian utara terdiri atas puncak Gunung Burangrang, Gunung Tangkuban Perahu, Gunung Lingkung, Gunung Simbul, Gunung Manglayang, dan Gunung Karembi, sedangkan di bagian selatan dapat dijumpai Gunung Bubut, Gunung Haruman, Gunung Malabar, dan Gunung Sanggar. Di kaki gunung bagian selatan dijumpai Gunung Salam, Gunung Kromong, Gunung Geulis, Gunung Bukit Cula, dan Gunung Mandalawangi.

Selain bentang alam bentukan gunung api tersebut di atas, di daerah ini juga dapat dijumpai bentang alam sesar, yaitu gawir sesar Lembang (utara), gawir sesar Gunung Geulis (selatan), bentang alam kipas kolovium (Padasuka-Dago-Cihampelas), bentang alam kolovium Manglayang, bentang alam kolovium Burangrang, dan bentang alam kolovium hulu Citarum.

Batuan

Tinjauan litologi mengacu pada Peta Geologi Lembar Bandung (Silitonga, 1973), Lembar Cianjur (Sujatmiko, 1972), Lembar Sindangbarang (Koesmono, dkk., 1996), dan Lembar Garut (Alzwar, dkk., 1992). Keempat peta tersebut dikompilasi menjadi Peta Geologi Cekungan Bandung (Gambar 1). Secara umum batuan Cekungan Bandung dan sekitarnya di bagi atas tiga satuan batuan utama yaitu batuan terobosan, batuan gunung api, dan endapan Cekungan Bandung.

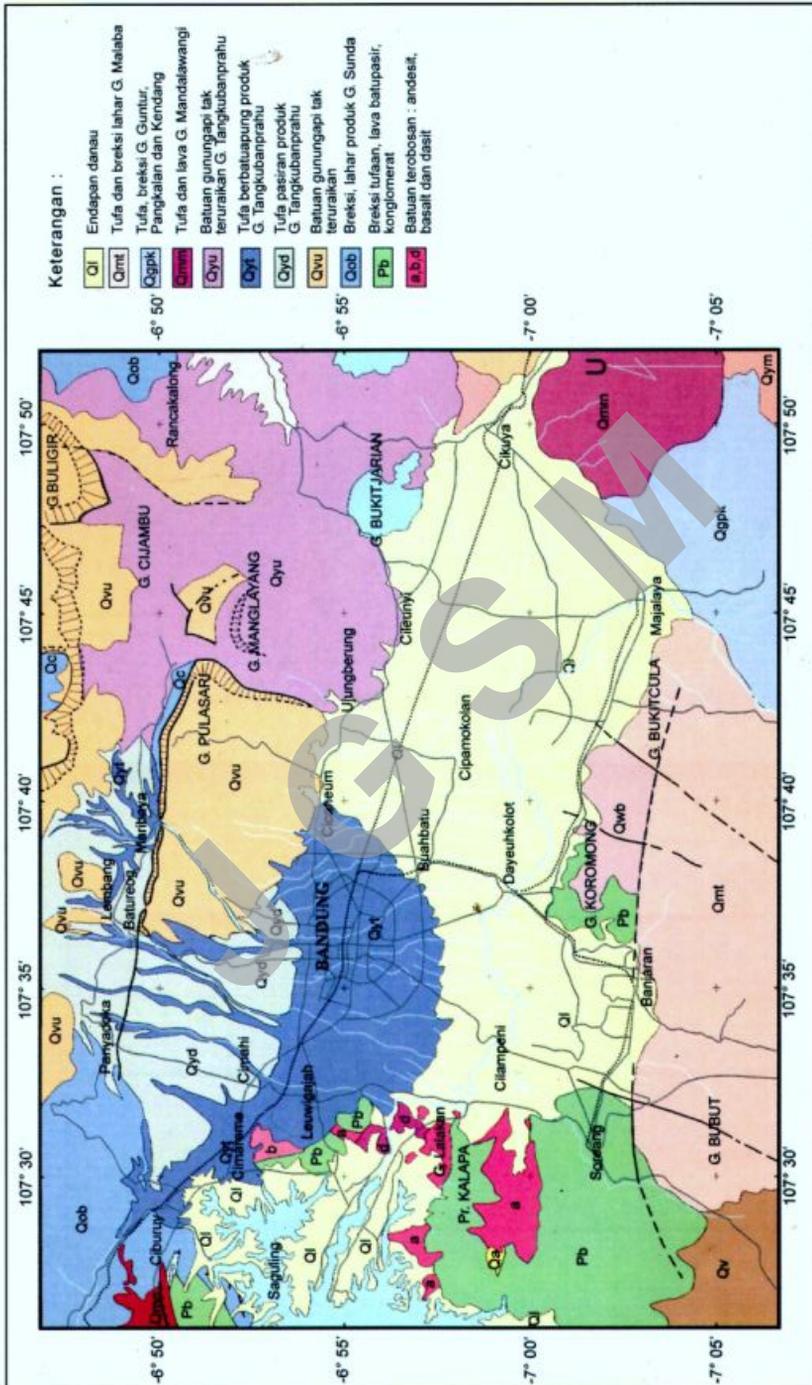
Batuan terobosan berupa batuan beku andesit dan dasit (a dan d), sedangkan batuan gunung api terdiri atas batuan gunung api tertua, tua, dan muda. Batuan gunung api tertua (Gunung Sunda) terdiri atas breksi (Qob), lahar (Qol) dan batupasir tufaan, lempung dan konglomerat (Qos). Batuan gunung api tua terdiri atas batuan gunung api tak teruraikan (Qvu), lava (Qvl), dan breksi (Qvb). Sementara batuan gunung api muda (Gunung Tangkuban Perahu) terdiri atas batuan gunung api tak teruraikan (Qyu), tuf berbatu apung (Qyt), breksi dan aglomerat (Qyb), lava (Qyl), serta tufa pasiran (Qyd). Batuan gunung api selatan terdiri atas batuan gunung api Malabar berupa tuf dan breksi lahar (Qmt) serta lava andesit basalan (Qtl). Selain itu dapat dijumpai batuan gunung api Guntur, Pangkalan, dan Kendang berupa lava dan breksi

(Qgpk) serta batuan gunung api Mandalawangi yang terdiri atas tufa berbatu apung dan lava (Qmm). Batuan tertua di daerah ini dijumpai berupa endapan danau (Ql).

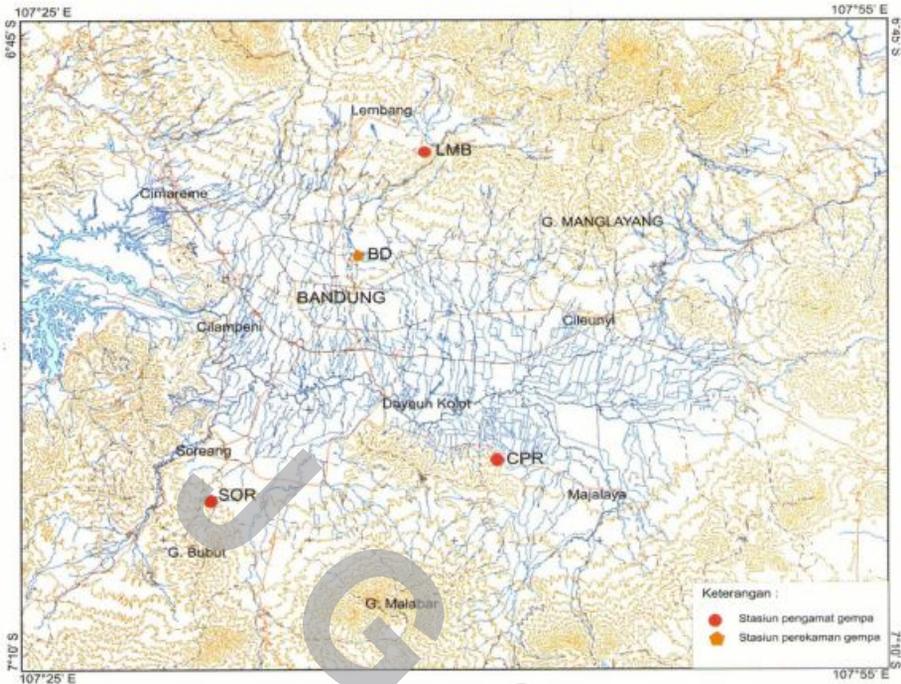
Selain itu, pada bagian selatan dan barat daerah cekungan Bandung juga dapat dijumpai batuan gunung api berumur Tersier berupa breksi tufaan dan batupasir (Pb).

METODOLOGI

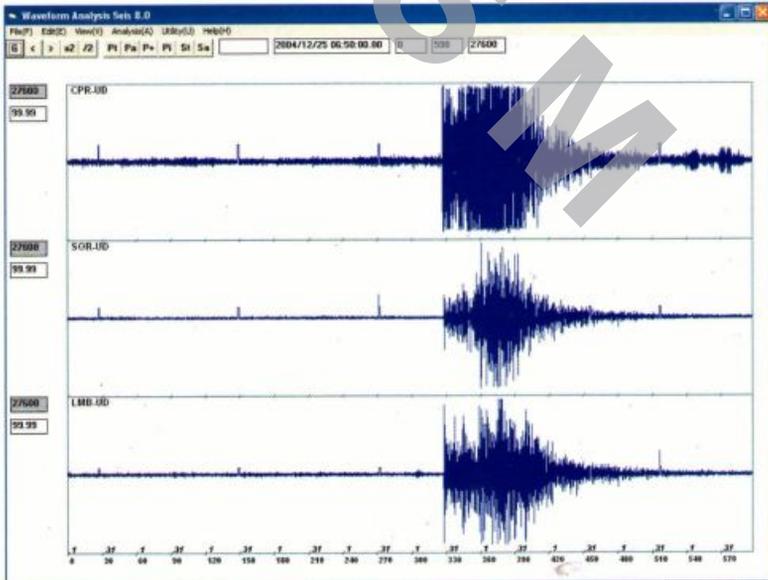
Struktur geologi daerah Cekungan Bandung dan sekitarnya adalah struktur sesar, yang dicerminkan oleh penampakan kelurusan. Berdasarkan citra *landsat*, di daerah Bandung dan sekitarnya, terdapat sesar yang berarah barat - timur, timur laut - barat daya, barat laut - tenggara dan utara - selatan. Sesar yang berarah barat-timur dijumpai di kawasan perbukitan utara yang disebut sebagai sesar Lembang, sesar Gunung Geulis, sesar Citarum, sedangkan sesar berarah utara - selatan dikenal sebagai sesar Bandasari, sesar Cicalengka, serta sesar Cileunyi-Tanjungsari. Dari sesar-sesar tersebut akan dikaji, apakah merupakan sesar aktif atau tidak. Salah satu indikasi aktifitas sesar aktif yang paling aktual adalah kejadian gempa bumi, baik gempa bumi berskala besar maupun gempa bumi mikro yang tidak terasa oleh manusia (berskala < 3 mb). Pemantauan sesar aktif di sekitar Cekungan Bandung telah dilakukan oleh Pusat Survei Geologi sejak awal tahun 1999 dengan memasang jaringan seismometer di tiga lokasi, yakni Lembang, Soreang, dan Ciparay (Gambar 2). Seismometer yang digunakan adalah tipe L4-C tiga komponen dengan frekuensi natural 1 Hz. Pengumpulan data dilakukan secara telemetris dengan gelombang radio yang ditransmisikan dari ketiga lokasi stasiun pemantau, dan diterima di Laboratorium Seismologi, Pusat Survei Geologi di Bandung. Perekaman data dilakukan secara kontinu dengan menggunakan *data logger* datamark LS 8000 SH yang secara kontinu ditransfer ke PC. *Data logger* ini sekaligus merupakan ADC (*analog to digital converter*) dengan *sampling rate* digitalisasi sebesar 100 Hz. Berdasarkan hasil rekaman tersebut dilakukan identifikasi *event* untuk diproses lebih lanjut. Gambar 3 menunjukkan contoh rekaman gempa bumi yang berpusat di daerah Cicalengka pada 25 Desember 2004. Penentuan episentrum gempa dilakukan dengan perangkat lunak Seis 8.0.



Gambar 1. Peta geologi daerah sekitar Bandung kompilasi dari Peta Geologi Lembang Bandung (Silihonpa, 1973), Peta Geologi Lembang Cianjur (Sujatmiko, 1972), Peta Geologi Lembang Sindangbarang dan Bandarwatu (Keosmono dkk., 1996), dan Peta Geologi Lembang Garut dan Pameungpeuk (Alzwar dkk., 1992).



Gambar 2. Jaringan stasiun seismometer Pusat Survei Geologi sekitar cekungan Bandung.



Gambar 3. Rekaman gempa bumi Cicalengka 25 Desember 2005 pukul 06:56:22,58 EIB.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil analisis rekaman kejadian gempa bumi di Cekungan Bandung dari tahun 1999 sampai 2006 dapat dilihat pada Tabel 1.

Dalam kajian ini, interpretasi kelurusan dilakukan pada citra *landsat* yang di-overlap dengan data *DEM* (*digital elevation model*). Santoso (1993) telah menginterpretasi kelurusan di bagian utara cekungan Bandung. Hasil analisis citra (Gambar 5) menunjukkan bahwa di daerah cekungan Bandung dan sekitarnya terdapat banyak kelurusan. Berdasarkan sejarah kegempaanannya, kelurusan yang diperkirakan sebagai sesar aktif di daerah penelitian terdiri atas :

1. Kelurusan Sesar Cileunyi - Tanjungsari. Kelurusan ini berarah hampir timur laut - barat daya yang memanjang dari Tanjungsari hingga Cileunyi dan diperkirakan menerus sampai dataran Cekungan Bandung. Aktifitas sesar ini pernah menimbulkan Gempa bumi Tanjungsari pada 19 Desember 1972 yang berkekuatan 4,9 SR (Kertapati dan Putranto, 1991).
2. Kelurusan Sesar Lembang. Kelurusan ini berarah hampir barat - timur melewati Maribaya, terletak di selatan kota Lembang. Penampakan sesar ini sangat jelas terlihat berupa gawir tegak pada bukit Gunung Batu. Gempa bumi Cihideung 19 September 1999 yang berkekuatan 3,1 mb, diperkirakan berkaitan dengan aktifitas sesar ini.
3. Kelurusan Sesar Cicalengka. Kelurusan ini berarah timur laut - barat daya hampir sejajar dengan kelurusan Cileunyi - Tanjungsari yang memanjang dari selatan Cicalengka hingga lereng timur Gunung Malabar. Aktifitas sesar ini pernah menimbulkan kerusakan beberapa rumah penduduk di daerah Cicalengka pada kejadian gempa bumi Cicalengka 18 Agustus 2000 berskala 4,4 mb (Putranto dan Djuanda, 2000). Disamping itu ada dua kejadian gempa berskala 3,5 mb dan 4 mb pada lereng timur Gunung Malabar yang berkaitan dengan kegiatan sesar ini.
4. Kelurusan Sesar Jati. Kelurusan ini hampir berarah utara - selatan di daerah sebelah utara Soreang. Dalam peta geologi, kelurusan ini

Tabel 1. Kejadian Gempa Bumi Di Sekitar Cekungan Bandung.

No.	Tanggal Kejadian	Jam (WIB)	Lokasi		Kekuatan (mb)
			Lintang (°)	Bujur (°)	
1.	19 September 1999	04:19:07.00	-6.84	107.57	3.1
2.	18 Agustus 2000	18:25:52.00	-7.00	107.80	4.2
3.	18 Agustus 2000	20:00:44.00	-7.00	107.80	4.4
4.	24 Desember 2003	21:58:14.35	-7.11	107.69	3.5
5.	25 Desember 2004	06:56:22.58	-6.99	107.77	4.7
6.	15 Januari 2005	20:47:39.78	-7.00	107.54	3.0
7.	23 Januari 2005	01:47:46.53	-6.94	107.76	4.5
8.	2 Februari 2005	13:02:20.57	-7.12	107.69	4.0
9.	6 April 2005	07:25:43.17	-7.05	107.44	3.5

merupakan sisi timur dari deretan intrusi batuan beku. Pada bagian utara, terlihat jelas sesar ini menggeser (*offset*) sungai Citarum. Sesar ini pernah menimbulkan gempa berkekuatan 3 mb pada 15 Januari 2005.

5. Kelurusan sesar Legok Kole. Kelurusan ini berupa kelurusan berarah barat laut - tenggara yang terletak di pegunungan sebelah barat Soreang. Pusat gempa berkekuatan 3,5 mb pada 6 April 2005 tepat berada pada kelurusan ini.

PEMBAHASAN

Tektonik daerah cekungan Bandung dan sekitarnya belum sepenuhnya dipahami secara pasti. Banyak kelurusan sesar di wilayah ini, namun hanya beberapa kelurusan yang dapat dinyatakan sebagai sesar aktif, yaitu Sesar Lembang di sisi utara dan Sesar Cileunyi - Tanjungsari. Sementara kelurusan lainnya belum dideskripsi secara baik. Bemmelen (1949) dan Dam (1994) menyatakan bahwa Sesar Lembang ini merupakan sesar normal yang menerus memotong batuan berumur Miosen, sedangkan Situmorang dkk. (1976) menyatakan bahwa sesar ini adalah tipe sesar mendatar mengiri yang merupakan orde kedua sesar utama Jawa.

Sardjono dan Simanjuntak (2004) melakukan pemodelan bawah permukaan secara regional berarah utara - selatan dengan metode gaya berat. Hasil pemodelan tersebut menunjukkan bahwa di bawah wilayah Cekungan Bandung, pada kedalaman kerak terjadi *flower structure* (Gambar 4). Pada daerah yang berbatuan keras seperti batuan gunung api di sekeliling Cekungan Bandung, fragmentasi kerak ini kemungkinan bisa muncul sampai permukaan sebagai kelurusan, akan tetapi di bagian

tengah cekungan tersusun oleh endapan Kuartar, sehingga keberadaan sesar sulit untuk dikenali. Pada hasil pemodelan tersebut, sesar Lembang merupakan sesar normal dengan blok bagian selatan turun.

Kelurusan Sesar Cileunyi - Tanjungsari berarah timur laut - barat daya. Dua pusat gempa yang diduga dipicu oleh aktifitas sesar ini terletak di bagian barat laut, sehingga sesar ini diperkirakan mempunyai kemiringan ke arah barat laut. Gaya utama berarah timur laut-barat daya, sehingga sesar ini merupakan tipe sesar mendatar mengiri. Pada kelurusan Sesar Cicalengka, arah tegasan utama (σ_1) sejajar dengan kelurusan ini yang berarah timur laut - barat daya. Dengan demikian mekanisme gerak sesar ini ini diperkirakan berupa sesar normal.

Kelurusan Sesar Jati berarah utara timur laut - selatan barat daya, mengoset Sungai Citarum dengan blok bagian barat bergerak relatif ke utara, sehingga sesar ini merupakan sesar mendatar manganan. Pusat gempa bumi pada 6 April 2005 terletak tepat pada jalur sesar, sehingga bidang sesar ini diperkirakan relatif tegak. Sesar ini merupakan sesar *antitetic riedel* dari sistem sesar yang berarah timur laut - barat daya.

Kelurusan Sesar Legok Kole berarah barat laut - tenggara dengan pusat gempa berada pada lajur sesar ini. Ditinjau dari arah tegasan utama (σ_1) yang

tegak lurus jurus sesar ini, maka diperkirakan sesar ini merupakan sesar naik.

KESIMPULAN

Kesimpulan

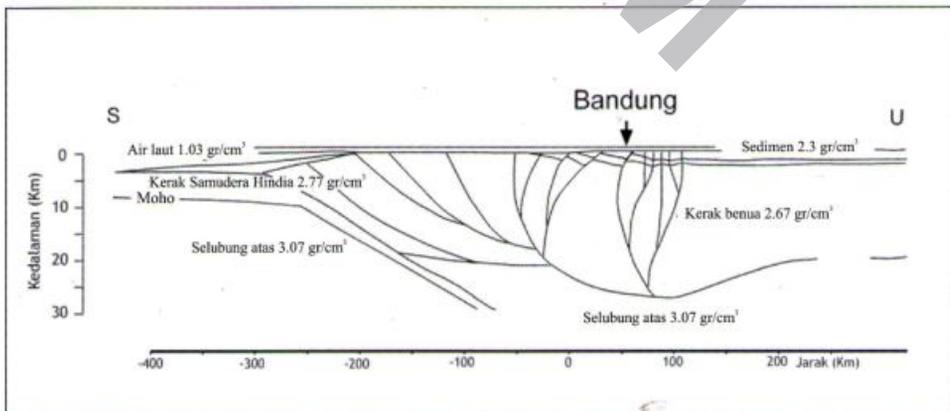
Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa setidaknya ada lima kelurusan di sekitar cekungan Bandung yang dapat dipandang sebagai sesar aktif yang diindikasikan oleh adanya akumulasi stress yang lepas berupa kejadian gempa. Sesar-sesar tersebut adalah sesar Tanjungsari - Cileunyi, sesar Cicalengka, sesar Lembang, sesar Jati dan sesar Legok Kole, sedangkan kelurusan-kelurusan di daerah penelitian selain yang disebutkan di atas tidak ditemukan indikasi adanya aktifitas berdasarkan data kegunaan.

Saran

Perlu dilakukan penelitian geologi bawah permukaan lebih lanjut di daerah sesar-sesar tersebut untuk mengetahui lebih detail sesar-sesar tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Neng Sri Mulyati, AMd. atas bantuan penyediaan data gampabumi dan Sonny Mawardi, ST. yang telah banyak membantu dalam pengolahan data *landsat* dan data DEM.



Gambar 4. Model geologi bawah permukaan berdasarkan gaya berat (Sardjono dan Simanjuntak 2004).

ACUAN

- Alzwar M., Akbar N., dan Bachri S., 1992. *Peta geologi Lembar Garut dan Pameungpeuk, Jawa*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Bemmelen, R.W.van., 1949. *The Geology of Indonesia, Bandung Zone*, The Haque.
- Dam M.A.C., 1994. *The late Quaternary Evolution of The Bandung Basin, West Java, Indonesia, PhD Thesis at Quarternary Geology Faculty of Earth Science, Vrije Universitet, Amsterdam.*
- Hamilton, W., 1979. *Tectonic of The Indonesian Region*, US. Geological Survey, Prof. Paper, US Govt. Printing Office.
- Kertapati E.K. dan Putranto E.T., 1991. *Katalog Gempa bumi Merusak Indonesia*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Koesmono M., Kusnama, dan Suwarna N., 1996. *Peta Geologi Lembar Sindangbarang dan Bandarwaru, Jawa*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Putranto, E.T. dan Djuanda, A., 2000. *Laporan Pemeriksaan Gempa bumi Cicalengka 18 Agustus 2000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Santoso, 1993. *Spot Imagery Lineament Analysis in Bandung Area, West Java*, Proceeding of Conference on Space Science and Technology For Sustainable Development, Jakarta.
- Sardjono dan Simanjuntak T.O., 2004. Anomali Gaya Berat dan Arsitektur Cekungan di Wilayah Barat P. Jawa Implikasi Terhadap Batuan Landasan dan Tektonika Kewilayahan Anggitan Tektonogenesis Cekungan Bandung, unpublished (dipresentasikan dalam lokakarya cekungan Bandung).
- Silitonga P.H. 1973. *Peta Geologi Lembar Bandung, Jawa*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Situmorang, B., Siswoyo, Endang Thajib dan Paltrinieri, F., 1976. *Wrench Fault Tectonics and Aspects of Hydrocarbon Accumulation in Java*, Proceeding Indonesian Petroleum Assosiation Fifth Annual Convention, June 1976.
- Sujatmiko, 1972. *Peta Geologi Lembar Cianjur, Jawa*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Naskah diterima : 18 April 2007
Revisi terakhir : 19 Maret 2008