

PEMANFAATAN CITRA PENGINDERAAN JAUH UNTUK MENGIDENTIFIKASI PATAHAN LEMBANG*

Oleh
Lili somantri, S.Pd., M.Si.*

Abstrak

Indonesia merupakan salah satu negara yang rawan gempa bumi. Hal ini karena posisi Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng besar litosfer, yakni Lempeng Pasifik yang bergeser ke barat, Lempeng Indo-Australia yang bergeser ke utara, serta Lempeng Eurasia yang bergeser relatif ke selatan. Tumbukkan ketiga lempeng tersebut mengakibatkan terjadinya gunungapi dan patahan. Salah satu patahan di Jawa Barat yang memiliki potensi gempa adalah Patahan Lembang. Patahan ini perlu diidentifikasi mengingat sangat dekat dengan daerah padat penduduk, yaitu Kota Bandung dan Cimahi. Dalam makalah ini akan diuraikan bagaimana mengidentifikasi Patahan Lembang dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh, yaitu citra *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM).

Kata Kunci : Patahan Lembang, Penginderaan Jauh, citra SRTM

A. Patahan Lembang (Lembang Fault)

Kawasan Lembang merupakan salah satu daerah yang potensial di daerah Bandung sebagai sentra pertanian, peternakan, dan pariwisata. Akan tetapi, kawasan ini merupakan daerah yang rawan bencana karena diapit oleh gunungapi Tangkuban Parahu dan Patahan Lembang yang masih aktif.

Secara geologis, kawasan Lembang berada di rangkaian pegunungan yang dikenal sebagai Kaldera Sunda. Kaldera Sunda dan Patahan Lembang terbentuk dari aktivitas gunung purba yang dikenal dengan nama Gunung Sunda. Pada zaman kuartar, kala Pleistosen, Gunungapi Sunda terbentuk. Gunungapi

* Makalah ini disampaikan pada Kuliah Umum tentang Patahan Lembang yang Diselenggarakan Oleh Perhimpunan Pencinta Alam Geografi Jantera Pada Jumat 27 Juni 2008

* Dosen Jurusan Pendidikan Geografi Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial UPI

raksasa ini tingginya 3.000-4.000 meter dari permukaan laut, dengan Gunung Burangrang dan Bukit Tunggul sebagai gunungapi parasitnya. Pada saat itu pula Gunung Sunda meletus hingga membentuk kaldera. Gunung ini mengalami beberapa kali letusan dahsyat. Dari Gunung Tangkuban Perahu sendiri akhirnya terbentuk Danau Bandung purba yang terbentuk akibat letusan Tangkuban Perahu.

Patahan Lembang melintang dari timur- barat sepanjang 22 km, dengan bagian utaranya relatif turun sedalam 450 meter, terutama di bagian timur patahan. Adapun bagian selatannya relatif tetap pada posisinya. Menurut Van Bemmelen 1949, Patahan Lembang terbentuk akibat dari amblasan yang merupakan efek dari kosongnya ruang magma pada saat letusan besar Gunung Sunda.

Patahan Lembang ini masih aktif sehingga perlu diwaspadai karena dapat memicu gempa bumi besar. Selain kecepatan pergeseran, struktur tanah dan batuan yang ada di sekitar wilayah gempa juga memiliki andil yang besar untuk menentukan besarnya dampak yang ditimbulkan. Cekungan Bandung yang merupakan danau purba pada ribuan tahun silam memiliki struktur tanah yang labil. Di wilayah itu, tanah lempung menjadi bahan utama penyusunnya. Jika terjadi gempa, meskipun skalanya kecil cukup untuk memporakporandakan kawasan Bandung dan sekitarnya. Kemudian yang menjadi masalah terbesar, karena sesar ini dikelilingi wilayah padat penduduk, seperti Kota Bandung dan Kota Cimahi.

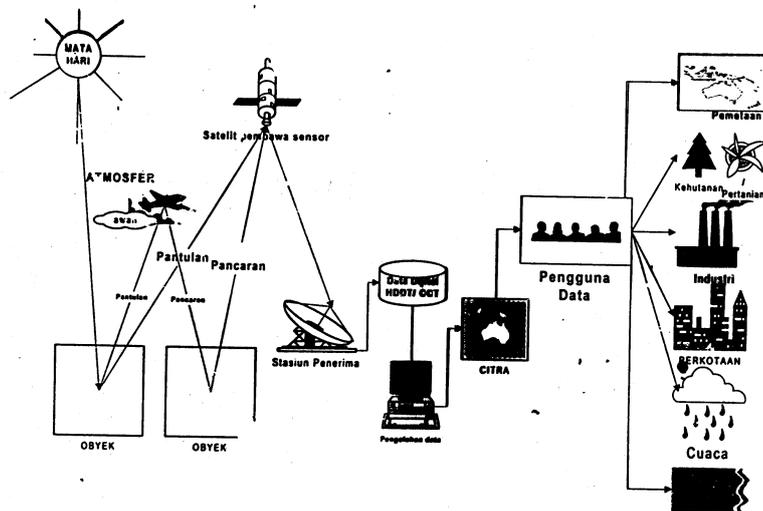
Kondisi yang membahayakan dan patut diwaspadai adalah adanya interkoneksi sesar dengan patahan Cimandiri di Palabuhanratu, Sukabumi. Patahan Cimandiri membujur dari Ujunggenteng sampai ke Padalarang. Jika patahan ini aktif, akibat dipicu gempa subduksi sebesar 6-7 skala Richter di lempeng benua Samudra Hindia, maka bukan tidak mungkin akan berimbas ke patahan Lembang. Jika itu terjadi sungguh tidak terbayangkan kerusakan yang akan terjadi di Bandung.

B. Interpretasi Citra Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu obyek, fenomena atau daerah melalui analisis data yang diperoleh

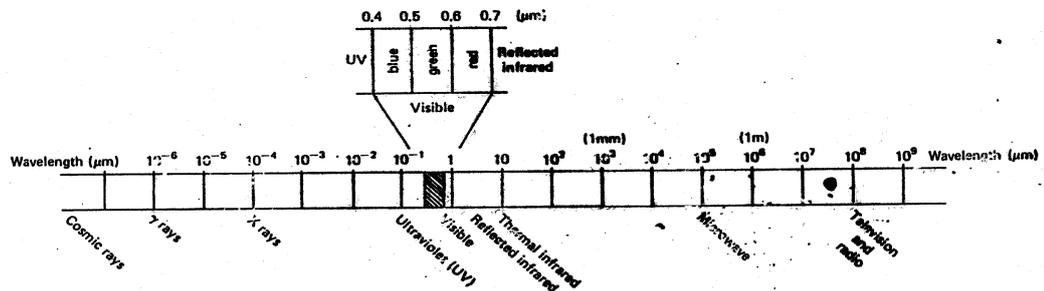
dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah atau fenomena yang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1994).

Di dalam teknologi penginderaan jauh dikenal dua sistem, yaitu penginderaan jauh dengan sistim pasif (*passive sensing*) dan sistim aktif (*active sensing*). Penginderaan dengan sistim pasif adalah suatu sistim yang memanfaatkan energi almah, khususnya energi matahari, sedangkan sistim aktif menggunakan energi buatan yang dibangkitkan untuk berinteraksi dengan benda/obyek. Sebagian besar data penginderaan jauh didasarkan pada energi matahari.



Gambar 1 : Sistem Penginderaan Jauh

Selain sistim pasif penginderaan dengan sistim aktif menggunakan sumber energi buatan yang dipancarkan ke permukaan bumi dan direkam nilai pantulnya oleh sensor. Sistim aktif ini biasanya menggunakan gelombang mikro (micro wave) yang mempunyai panjang gelombang lebih panjang dan dikenal dengan pencitraan radar (*radar imaging*). Sistim aktif mempunyai kelebihan dibandingkan dengan sistim optik dalam hal mampu menembus awan dan dapat dioperasikan pada malam hari karena tidak tergantung pada sinarmatahari. Sistim aktif antara lain diterapkan pada Radarsat (Kanada), ERS-1 (Eropa) dan JERS (Jepang).



Gambar 2: Panjang Gelombang

Jenis data penginderaan jauh, yaitu citra. Citra adalah gambaran rekaman suatu objek atau biasanya berupa gambaran objek pada foto. Sutanto (1986) menyebutkan bahwa terdapat beberapa alasan yang melandasi peningkatan penggunaan citra penginderaan jauh, yaitu sebagai berikut.

1. Citra menggambarkan objek, daerah, dan gejala di permukaan bumi dengan wujud dan letaknya yang mirip dengan di permukaan bumi.
2. Citra menggambarkan objek, daerah, dan gejala yang relatif lengkap, meliputi daerah yang luas dan permanen.
3. Dari jenis citra tertentu dapat ditimbulkan gambaran tiga dimensi apabila pengamatannya dilakukan dengan stereoskop.
4. Citra dapat dibuat secara cepat meskipun untuk daerah yang sulit dijelajahi secara terestrial.

Interpretasi citra merupakan perbuatan mengkaji foto udara dan atau citra dengan maksud mengidentifikasi obyek dan menilai arti pentingnya obyek tersebut (Estes dan Simonet, 1975 dalam Sutanto, 1986). Unsur dasar pengenalan citra terdiri dari rona, tekstur, pola, bentuk, ukuran, letak (site), asosiasi dan bayangan.

1. Rona

Rona adalah ukuran jumlah relatif cahaya yang terpantul dari suatu objek yang terekam pada foto hitam putih (Lattman dan Ray, 1965 dalam Soetoto, 1996). Rona biasanya dinyatakan dengan cerah, abu-abu atau gelap. Akan tetapi rona ini untuk wilayah Indonesia kurang bermanfaat karena tertutup vegetasi. Keseragaman rona dapat dibagi menjadi: uniform, mottled, banded dan scrabbled. Uniform-tone (rona seragam). Rona seragam ini ditunjukkan oleh obyek yang mempunyai tingkat kecerahan sama di setiap bagian. Contohnya endapan aluvial. Mottled tone. Rona ini tampak berupa cerah dan gelap dengan

bentuk yang relatif bundar, berubah-ubah dalam jarak yang relatif dekat yang terlalu kecil untuk di delineasi sendiri-sendiri. Rona ini dapat disebabkan oleh perubahan kandungan air atau tekstur tanah. Contohnya, daerah bertopografi karst, dataran pantai, gumpul pasir, dan dataran banjir.

Banded tone. Rona ini tampaknya berupa rona cerah dan gelap berselang-seling, seperti berkas atau pita yang lurus atau meliuk-liuk. Contohnya pematang pantai, gawir pada batuan sedimen. Scrabbled-tone. Rona ini tampak berupa rona gelap dan cerah dengan bentuk tidak menentu dan ukuran bervariasi. Rona ini dapat dijumpai di daerah bertekstur halus tetapi tidak teratur, seperti daerah aliran lava dan lahar.

2. Tekstur

Tekstur adalah derajat kekasaran atau kehalusan yang ditunjukkan oleh citra (Avery, 1977 dalam Soetoto, 1996). Tekstur biasanya dinyatakan dengan halus, sedang, dan kasar. Tekstur halus umumnya menunjukkan batuan homogen berbutir halus sedangkan tekstur kasar dijumpai pada batuan heterogen, berelief tinggi, namun hal ini berlaku apabila penutup lahan tidak ada.

3. Pola

Pola yaitu susunan meruang yang teratur mengenai kenampakan geologi, topografi dan vegetasi (Ray, 1960 dalam Soetoto, 1996). Misalnya pola garis lurus menunjukkan adanya kekar (joints), sesar (faults), dan ketidakselarasan (unconformities). Pola garis-garis melengkung menunjukkan adanya kubah (domes), antiklin menunjam, sinklin menunjam dan batas penyebaran batuan vulkanik Kuartar. Pola penyaluran pada umumnya berkaitan dengan morfologi daerah yang bersangkutan.

4. Bentuk

Bentuk adalah variabel kualitatif yang memerikan konfigurasi atau kerangka suatu obyek (Lo, 1977 dalam Sutanto, 1986). Obyek yang dapat dikenali dari bentuknya antara lain kerucut vulkanik, gumpul pasir (sandune), endapan marin, meander, kipas aluvial, dan daerah bertopografi karst.

5. Ukuran

Ukuran adalah atribut suatu obyek yang meliputi dimensi panjang, lebar, tinggi, luas, volume dan sudut kemiringan (Soetoto, 1996). Ukuran harus dikaitkan dengan skala. Misalnya dike berukuran kecil memanjang, sill memanjang sejajar jurus lapisan batuan dan lain-lain.

6. Letak

Letak yaitu kenampakan letak obyek terhadap obyek lain di sekitarnya, letak juga diartikan sebagai letak obyek terhadap bentang darat (Estes dan Simonet, 1975 dalam Sutanto, 1986) atau yang sering disebut situs (site). Situs pemukiman memanjang umumnya pada igir beting pantai, pada tanggul alam (natural-levee) atau di sepanjang tepi jalan. Lava muda akan terletak pada lereng puncak gunungapi (Soetoto, 1996).

7. Asosiasi

Asosiasi dapat diartikan sebagai keterkaitan antara obyek yang satu dengan obyek lain (Sutanto, 1986). Misalnya, endapan kipas aluvial berasosiasi dengan gawir sesar dan triangle-facets. Lava akan berasosiasi dengan lahar, breksi vulkanik dan aglomerat (Soetoto, 1996).

8. Bayangan

Bayangan bersifat menyembunyikan detail atau obyek yang berada di daerah gelap (Sutanto, 1986). Obyek atau gejala yang terletak di daerah bayangan pada umumnya tidak tampak sama sekali atau tampak samar-samar. Bayangan dapat digunakan untuk mengenal bentuk benda dari pandangan samping dan dapat mempertajam/memperjelas kenampakan obyek, misalnya gawir sesar (Soetoto, 1996). Lereng terjal tampak lebih jelas dengan adanya bayangan.

C. Citra SRTM

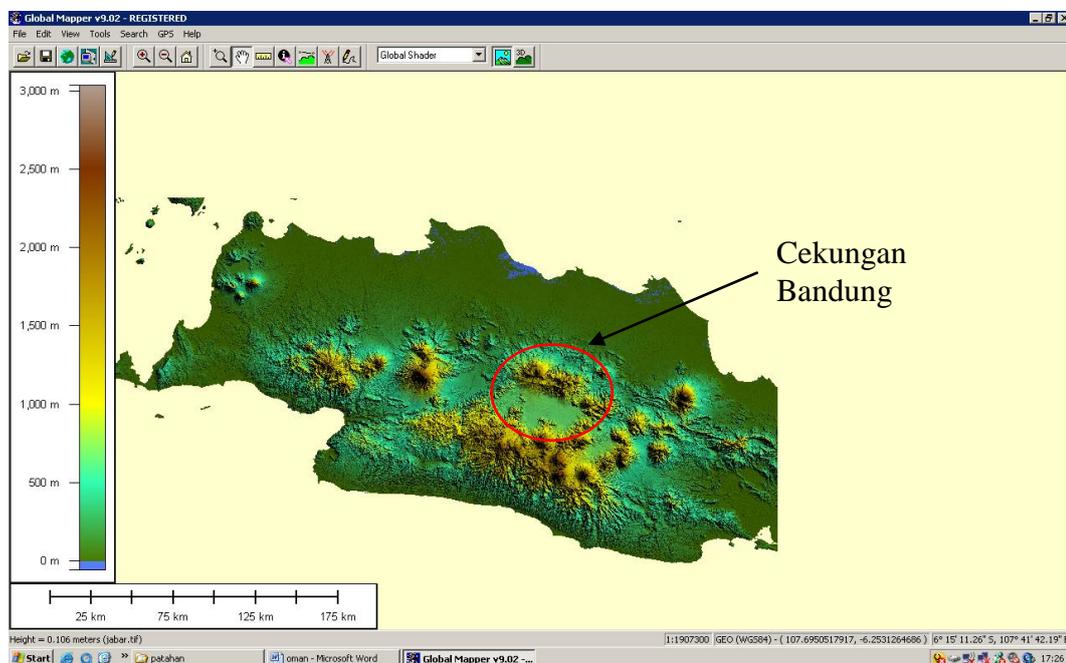
SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) merupakan citra yang saai ini banyak digunakan untuk melihat secara cepat bentuk permukaan. SRTM adalah data elevasi resolusi tinggi merepresentasikan topografi bumi dengan cakupan global (80% luasan dunia). Data SRTM adalah data elevasi muka bumi yang dihasilkan dari satelit yang diluncurkan NASA (National Aeronautics and Space Administration). Data ini berguna untuk melengkapi informasi ketinggian dari produk peta 2D, seperti kontur, profil. Ketelitiannya bisa mencapai 15 m dan berguna untuk pemetaan skala menengah sampai dengan skala kecil.

Alasan menggunakan SRTM dalam GIS tentu karena kelebihan. Beberapa kelebihan yang dimiliki SRTM antara lain:

1. Gratis; Ini adalah kelebihan utama yang dimiliki SRTM. Siapa saja dan di mana saja dapat mendownload SRTM tanpa bayar.

2. Digital; SRTM dapat didownload secara digital.
3. Resolusi; resolusi lumayan tinggi untuk skala tinjau. Resolusi horizontal adalah 90 m. Tentu saja dengan resolusi ini SRTM tidak bisa digunakan untuk pemetaan secara detail.

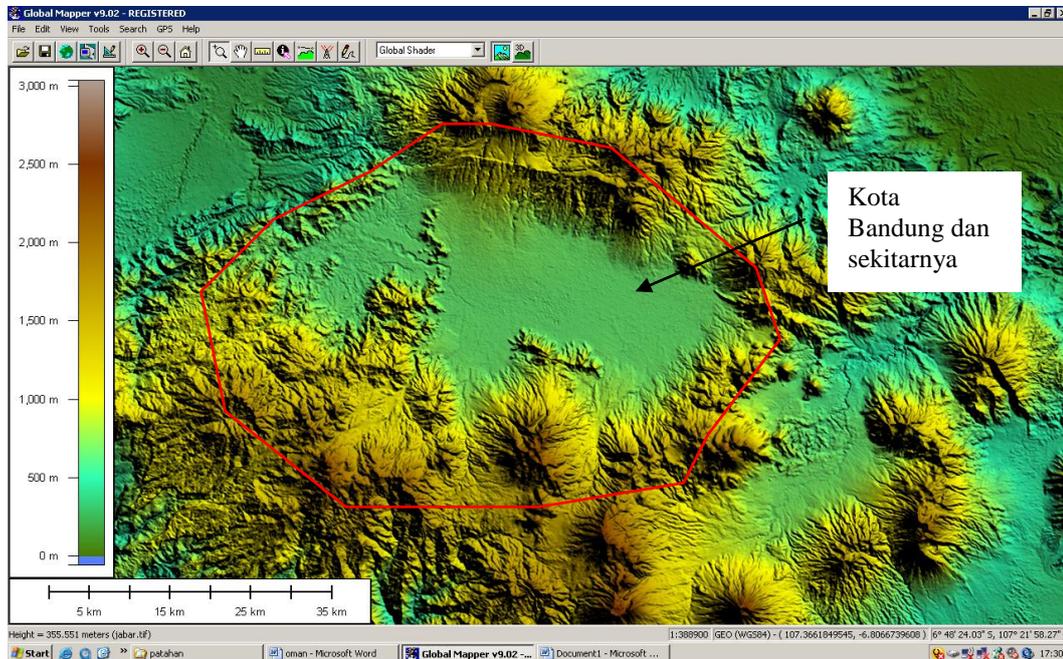
SRTM memiliki struktur data yang sama seperti format GRID lainnya, yaitu terdiri dari sel-sel yang setiap sel memiliki wakil nilai ketinggian. Nilai ketinggian pada SRTM adalah nilai ketinggian dari datum WGS1984, bukan dari permukaan laut. Tapi karena datum WGS1984 hampir berimpit dengan permukaan laut maka untuk skala tinjau dapat diabaikan perbedaan di antara keduanya.



Gambar 3: Citra SRTM Jawa Barat

D. Pemanfaatan Citra SRTM Untuk Mengidentifikasi Patahan Lembang

Pinggiran Cekungan Bandung terdiri dari rangkaian gunung-gunung. Di utara, ada Gunung Burangrang, Gunung Sunda, Gunung Tangkuban Parahu, Bukit Tunggul, dan Gunung Putri. Sebelah timur ada Gunung Manglayang, di selatan ada Gunung Patuha, Gunung Tilu, Gunung Malabar, Gunung Mandalawangi. Di bagian tengah ada rangkaian gunung api tua, dan di barat dibentengi rangkaian bukit-bukit kapur Rajamandala. Bandung memang dilingkungi gunung!

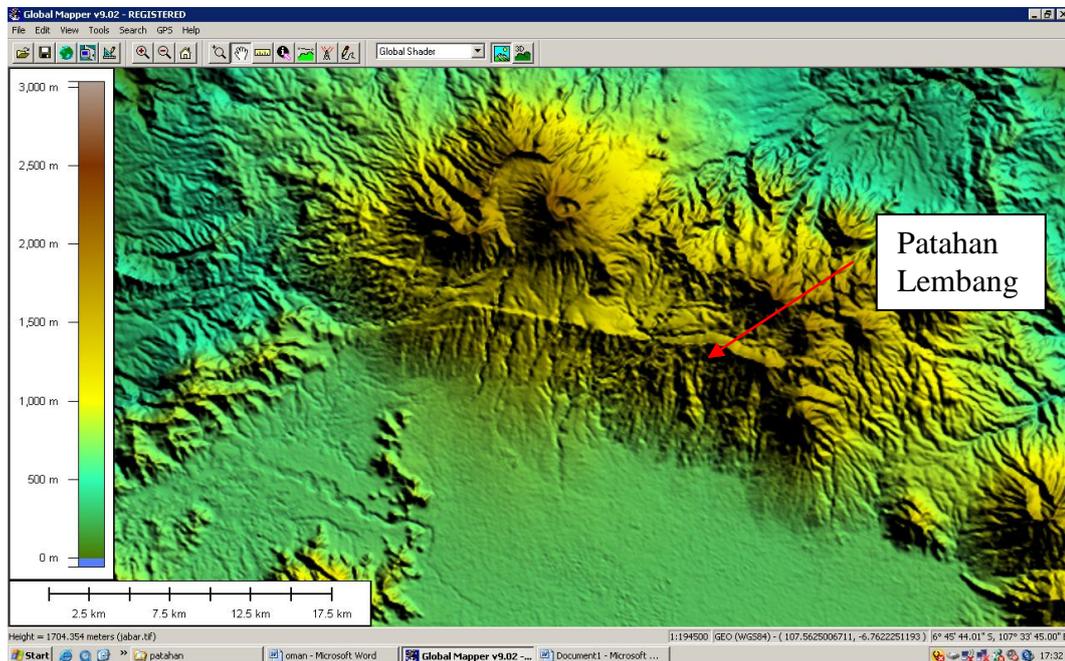


Gambar 4: Citra SRTM Cekungan Bandung

Fenomena Patahan Lembang ini apabila diamati akan tampak berupa *lineament*, yaitu struktur geologi yang membentuk garis lurus membujur arah Barat Laut-Tenggara. Secara fisik di lapangan patahan ini berupa punggung bukit atau ngarai terjal (*escarpment*) yang membujur lurus, struktur geologi ini, mengontrol aliran sungai, sehingga aliran sungai Sub DAS Cikapundung Hulu berbelok dan mengalir mengikuti arah patahan.

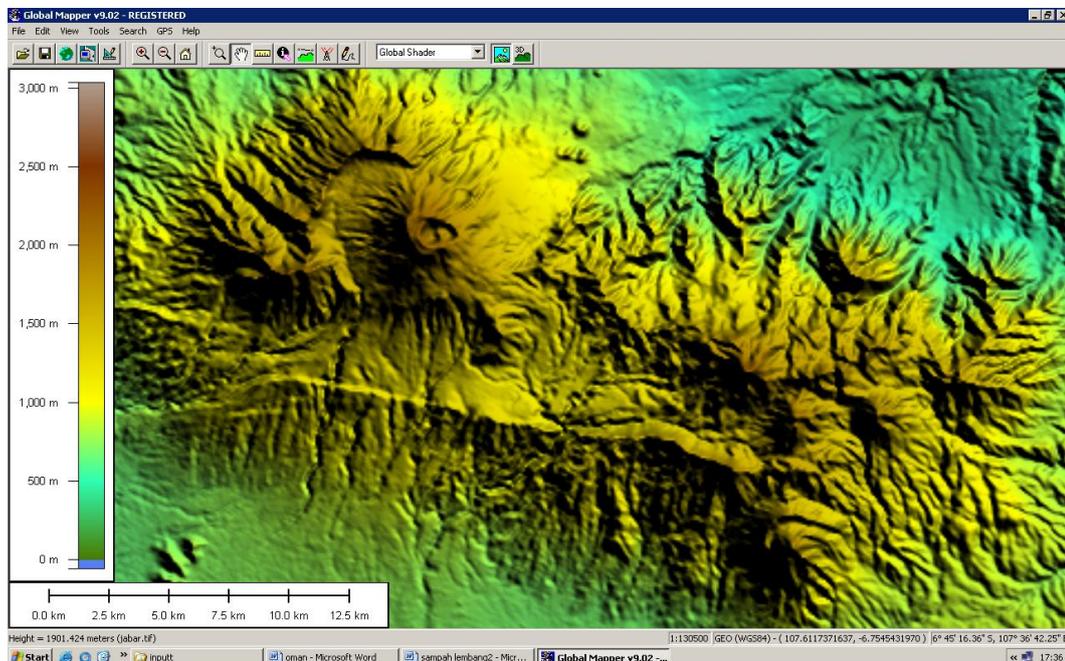
Melalui citra satelit morfologi daerah ini dapat dibagi menjadi Lima satuan yaitu: pedataran tinggi (plateau), perbukitan curam, pegunungan terjal, lembah terjal dan punggung terjal, selain itu pada analisa citra satelit terdapat juga kelurusan yang diperkirakan sebagai sesar dengan arah relatif Barat – Timur lalu berbelok Baratlaut – Tenggara. Daerah ini juga dapat dibagi menjadi dua satuan morfotektonik yaitu punggung sesar dan pedataran - pegunungan sisa gunung api tua. Secara geologi daerah ini dapat dibagi menjadi empat kelompok batuan yaitu : Hasil gunungapi tua tak teruraikan, tuf berbatuapung, tuf pasir dan kolovium. Struktur geologi yang berkembang adalah sesar Lembang yang merupakan sesar neotektonik dan sesar aktif.

Citra SRTM daerah Gunung Tangkuban Parahu dan Patahan Lembang.



Gambar 5: Citra SRTM Gunung Tangkuban Parahu dan Lembang

Jika diamati lebih dekat maka akan tampilan sebagai berikut.



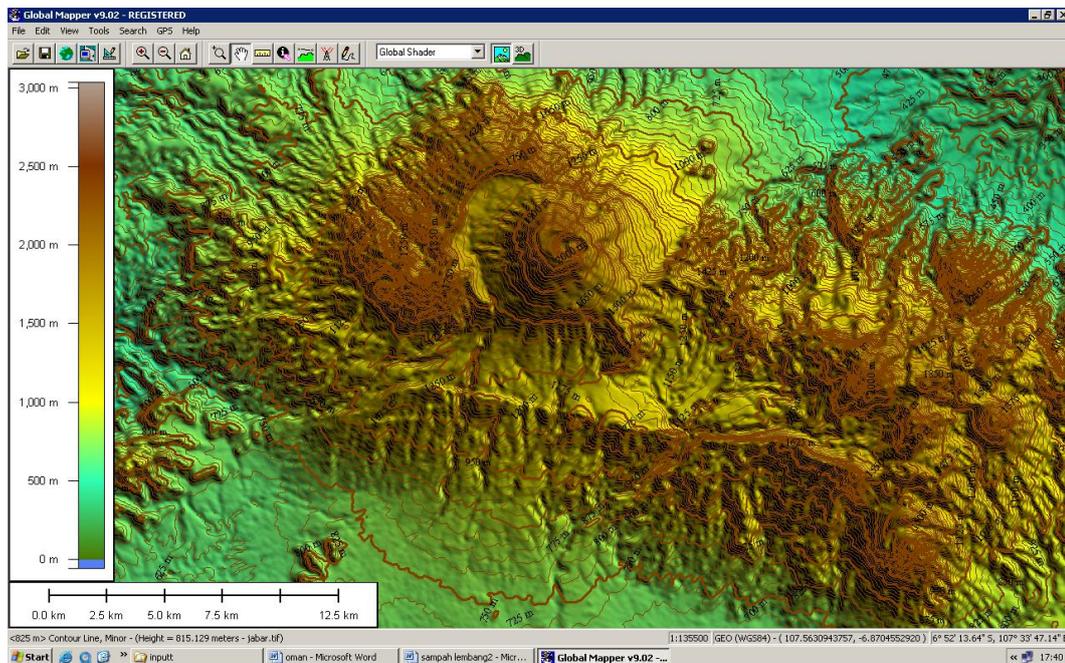
Gambar 6: Citra SRTM Patahan Lembang

Selain itu, pada analisa citra satelit terdapat kelurusan sebagai sesar dengan arah relatif barat-timur. Untuk kajian geologi dapat mengidentifikasi, yaitu dengan komposit 732 sehingga tampilannya menjadi jelas.



Gambar 7: Citra Landsat Patahan Lembang dan Sekitarnya

Citra SRTM dapat digunakan untuk mengetahui ketinggian patahan dengan menggunakan kontur.



Gambar 8: Kontur Patahan Lembang dengan Menggunakan Citra SRTM

E. Kesimpulan

Citra satelit penginderaan jauh dapat memberikan informasi mengenai kondisi geologis dan kerawanan bencana alam secara regional dengan cepat dengan akurasi cukup baik. Salah satu citra satelit yang saat ini banyak digunakan untuk kajian geologi adalah SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission). Dengan citra ini dapat menampilkan bentuk permukaan secara tiga dimensi dengan informasi ketinggiannya.

F. Daftar Pustaka

- Ardilles. 2008. Zonasi Kerawanan Bencana dan Gempa Bumi Daerah Lembang dan Sekitarnya. Jurusan Geologi Universitas Padjajaran. Bandung.
- Barianto, D.H., 2006, Penggunaan Citra Landsat TM Dalam Penentuan Letak Pusat Erupsi dan Sebaran Batuan Vulkanik Serta Rekonstruksi Paleogeografi Tersier Pegunungan Kulon Progo Provinsi DIY dan Jawa Tengah, *Tesis*, Program Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada.
- Harian Umum Pikiran Rakyat Edisi Kamis 23 Mei 2007. <http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/...07/24/0101.htm>
- Soetoto, 1996, *Interpretasi Citra untuk Survei Geologi*, PUSPICS, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sutanto. 1986. *Penginderaan Jauh I*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.