

IDENTIFIKASI MORFOLOGI KAWAH GUNUNG API UNTUK MITIGASI BAHAYA LETUSAN MENGUNAKAN LANDSAT

Wikanti Asriningrum
Peneleiti Bidang Analisis Sistem Kedirgantaraan, LAPAN

1 PENGINDERAAN JAUH DAN GUNUNG API

Pemanfaatan data penginderaan jauh untuk mendukung sistim peringatan dini bencana alam diyakini sebagai suatu teknik yang dapat memberi kontribusi sangat banyak. Di sisi lain, keragaman dan kedetailan informasi yang dapat diperoleh dari pemanfaatan data ini relatif sangat banyak meskipun tergantung pada kemampuan interpreter atau pengguna. Salah satu pemanfaatan data ini adalah untuk penentuan daerah bahaya letusan gunung api. Informasi penting yang diperlukan adalah morfologi gunung api.

Indonesia tercatat memiliki jumlah gunung api sebanyak ± 400 buah dan 129 di antaranya dalam keadaan aktif (www.pu.go.id). Dari jumlah tersebut 70 buah pernah meletus dan 26 di antaranya termasuk kategori diawasi (Direktorat Vulkanologi, 1979). Selain itu tercatat 15 buah gunung api dikategorikan sebagai gunung api kritis atau sangat potensial untuk meletus. Data tersebut menunjukkan bahwa Indonesia memiliki gunung api relatif banyak sehingga pemanfaatan data penginderaan jauh akan mempercepat pekerjaan inventarisasi daerah bahaya letusan gunung api.

Letusan gunung api dapat memberi berkah bagi kehidupan, misalnya bahan hasil letusan yang mengalami pelapukan menjadikan Lilian subur untuk pertanian. Sebaliknya, letusan gunung api dapat memberi dampak negatif yaitu menimbulkan korban dan kerugian. Untuk mengurangi dampak

negatif ini perlu dilakukan penelitian tentang karakteristik gunung api. Dari citra penginderaan jauh satelit seperti Landsat, morfologi gunung api dapat dikenali dan diidentifikasi lebih detail untuk mengetahui karakternya. Kawah gunung api merupakan sumber tempat keluarnya bahan letusan dan dari morfologi kawah dapat diperkirakan daerah bahaya letusan gunung api.

Gunung Papandayan memiliki morfologi kawah yang khas dan dari bentuknya inilah dianalisis untuk menentukan daerah bahayanya. Bagaimana citra Landsat menampilkan morfologi kawah untuk mendukung analisis daerah bahaya letusan gunung api? Paparan berikut menjelaskan hal tersebut.

2 MORFOLOGI GUNUNG API

Bentuk lahan gunung api memiliki morfologi yang khas, yaitu mempunyai relief menjulang hingga ribuan kilometer di atas permukaan laut, berbcntuk kerucut, dan pola aliran yang berkembang di atasnya adalah pola radial. Dari morfologi gunung api yang khas inilah maka identifikasi, delimitasi, dan delineasi aspek morfologi dapat dilakukan dari citra penginderaan jauh (Asriningrum, 2002). Gunung api merupakan salah satu bentang lahan yang mempunyai kenampakan khas di permukaan bumi, sehingga bentukan-bentukan yang ada akan tampak khas pula pada citra penginderaan jauh satelit, selain itu gunung api juga mempunyai pola kontur yang spesifik dalam peta topografi (I[^]nggeng, 1998).

Pengenalan morfologi kawah gunung api dan bentuk lahan gunung api lain dapat dilakukan dari citra penginderaan jauh satelit seperti Landsat. Dalam kaitannya dengan bahaya letusan, pemanaaian informasi karakteristik morfologi kawah dan bentukan gunung api perlu didukung data lain seperti tape letusan sepanjang sejarah letusan. Letusan gunung api yang antara lain berupa aliran piroklastik (awan panas), hembusan piroklastik (*pyroclastic surge*), jatuhnya piroklastik (hujan abu dan bom), lahar, lava, gempa vulkanik, dan gerakan massa; berpengaruh terhadap deformasi morfologi gunung api.

Berdasarkan bentuk lahan, gunung api secara umum dapat dikelompokkan jadi empat yaitu kawah dan kerucut gunung api memiliki lereng sangat curam, lembah dalam, material endapan campuran dari hasil erupsi yang relatif kasar hingga amat kasar, serta erosi dan longsor dominan. Kedua, lereng gunung api memiliki lereng curam hingga sangat curam, lembah-lembah dalam, bentuk lereng tak teratur, serta erosi dan longsor dominan. Ketiga, aliran lava memiliki lereng curam, bentuk lereng tak teratur, dan relief bergelombang. Terakhir, dataran aluvial gunung api yang memiliki topografi datar hingga hampir datar (landai), dan kemiringan lereng 0-3%. Bentuk lahan ini dominan mengalami proses erosi lembar oleh aliran permukaan. Sementara itu, proses deposisional pada daerah-daerah yang datar dan lebih rendah cukup intensif, dengan material penyusun di bagian atas berupa pasir halus hingga sedang dan di bagian bawah berupa pasir lebih kasar.

Kawah (*crater*) adalah suatu tank atau lubang tempat keluarnya material letusan. Material letusan yang berupa bahan-bahan lepas (*pyroclastic*) atau aliran lava diendapkan di seputar kawah dan membentuk kerucut, sedangkan di lokasi yang lebih jauh membentuk lereng dan kaki gunung api

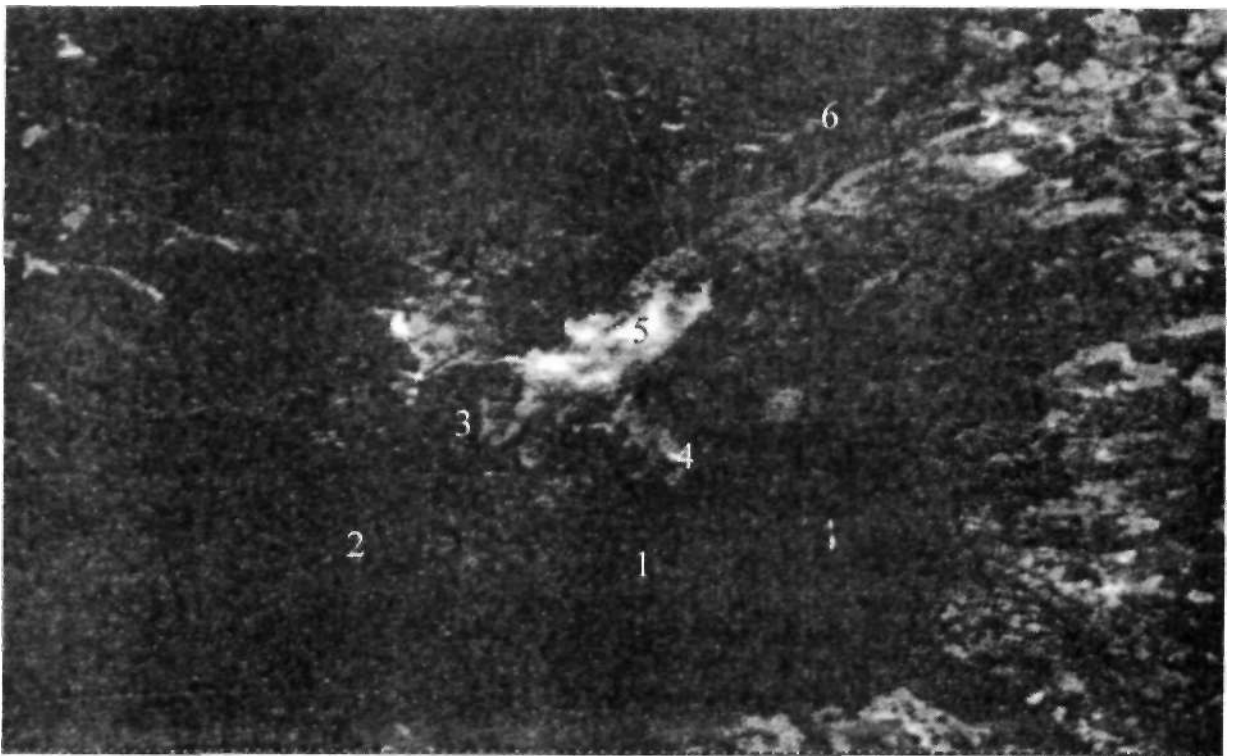
(Bloom, 1979). Direktorat Vulkanologi dalam menentukan zonasi daerah bahaya letusan gunung api, menyatakan bahwa daerah di sekitar kawah dikategorikan sebagai daerah terlarang karena kemungkinan terkena aliran piroklastik (awan panas) dan lava sangat besar. Daerah dengan tingkat bahaya lebih rendah adalah daerah bahaya ke-1 yaitu daerah yang Hdak dapat diserang oleh awan panas namun saat letusan besar akan tertimpa hembusan piroklastik (*pyroclastic surge*) dan jatuhnya piroklastik (hujan abu dan bom). Sedangkan daerah bahaya ke-2 yaitu daerah yang berdekatan dengan sungai yang berhulu di puncak gunung api, letaknya secara topografis rendah, sehingga pada musim hujan dapat t&rlanda aliran lahar.

Zonasi daerah bahaya ini dapat berubah oleh adanya perubahan morfologi, yang disebabkan oleh adanya aktivitas gunung api atau gaya endogen lain.

3 MORFOLOGI GUNUNG PAPANDAYAN

Gunung Papandayan merupakan salah satu gunung api aktif yang berlokasi di Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat, dengan posisi 107°44' Bujur Timur dan 7°19' Lintang Selatan dan ketinggian 2.665 m di atas permukaan laut atau 1.950 m di atas dataran Garut. memiliki beberapa kawah yaitu Bumbrung, Alun-alun, Parugpug, Papandayan, Mas, Baru, Nangklak, dan Manuk (Gambar 3-1). Ukuran diameter kawah Gunung Papandayan sekitar 1 km

Setelah masa istirahat yang panjang (+ 60 tahun), kembali pada tanggal 1 sampai 3 Oktober 2002, terjadi tanda-tanda peningkatan kegiatan yang didahului oleh letusan freatik kecil yang terjadi di lapangan solfatar Kawah Emas. Selanjutnya tanggal 11 November 2002 pukul 16.03 pertama kali terjadi letusan freatik di Kawah Baru. Kejadian letusan ini mengakibatkan tanah permukaan yang jenuh uap air dan sumber



Gambar 3-1: Gunung Papandayan dilihat dari Citra Landsat RGB 542, tanggal 13 September 2002

Keterangan:

1. Gunung Papandayan
2. Kawah Alun-alun
3. Kawah Nangklak
4. Kawah Baru
5. Kawah Mas
6. Sungai Cibeureum Gede

tekanan yang bekerja di Kawah Papandayan memicu terjadinya longsor di sebagian dinding Bukit Nangklak. Produk longSORan jatuh ke hulu Sungai Cibeureum Gede dan mengakibatkan banjir bandang lumpur sepanjang sungai ini pada pukul 16.40. Endapan lumpur paling besar melanda kampung Cibeureum yang mengakibatkan lima rumah rusak berat dan jalan antara Garut - Cikajang terputus.

Pada tanggal 20 November 2002 letusan kadang diselingi oleh runtuhnya dinding kawah terutama di Kawah Baru (terbentuk tahun 1942). Runtuhan (*directed blast* dan *debris avalanches*) juga terjadi di Kawah Mas atau di hulu Sungai Ciparugpug.

Secara umum bentuk lahan kawah sangat rentan yang disebabkan oleh adanya aliran lava atau endapan piroklastik. Kondisi rentan, ada pada bentuk lahan kerucut gunung api dan medan lava yang juga disebabkan oleh aliran lava dan endapan piroklastik. Tingkat kurang rentan yaitu pada bentuk lahan lereng perbukitan dan dataran fluvio gunung api yang disebabkan oleh endapan piroklastik dan lahar.

Gunung Papandayan mempunyai bentuk kawah yang khas yaitu seperti tapal kuda yang terbuka di bagian Timur-Laut, sehingga morfologi ini perlu dipertimbangkan untuk menentukan tingkat kerentanan. Kalau diamati, di kawah tampak ada aliran piroklastik ke arah Timur-Laut. Informasi

morfologi ini memberi petunjuk bahwa daerah ini perlu diwaspadai terutama untuk bahaya lahar atau material longsor dari sisi dalam kawah karena produk letusan berpotensi akan dialirkan melalui arah ini. Material longsor juga akan dialirkan di sekitar sisi luar kawah dan bahaya ini mungkin terjadi mengingat kejadian letusan Gunung Papandayan diawali oleh adanya gempa. Endapan piroklastik atau jatuhnya material letusan kemungkinan akan terjadi selain di dalam kawah juga di sisi luar kawah atau kerucut gunung api. Kejadian letusan tanggal 15 November 2002 memiliki tinggi letusan 6.000 m, sehingga material piroklastik dijatuhkan jauh di luar kawah yang memiliki dinding setinggi kira-kira 50 m. Selanjutnya dengan bertambahnya luas permukiman pedesaan (1.144,26 Ha), letusan besar semacam ini perlu diwaspadai karena akan menaikkan tingkat bahaya akibat letusan gunung ini. Kondisi perubahan ini juga menggeser daerah zonasi, yaitu untuk unit lahan kerucut gunung api dan lereng gunung api yang berupa permukiman pedesaan dan kebun campur menjadi zona sangat rentan.

Morfologi khas Gunung Papandayan memberikan keindahan alam yang dimanfaatkan sebagai daerah wisata. Terminal satu dan terminal dua yang berfungsi sebagai lahan parkir mobil para wisatawan berada pada bentuklahan kawah. Keadaan morfologi kawah yang berbentuk tapal kuda dan dinding kawah yang tinggi memberikan keindahan tersendiri. Namun, kawah ini sangat bahaya jika terjadi letusan, sehingga ditentukanlah tanda-tanda bahaya sebagai sistem peringatan dini bagi para wisatawan. Pada kejadian letusan tanggal 12 November 2002 terjadi hembusan piroklastik yang menumbangkan pohon-pohon yang dilalui dan dilontarkan hingga jauh dari terminal parkir. Hembusan piroklastik ini sangat berbahaya karena bisa memiliki kecepatan hingga 400 km/jam.

4 PENUTUP

Identifikasi morfologi kawah melalui citra Landsat dapat digunakan untuk menenrukan daerah terlarang, daerah bahaya ke-1 dan ke-2. Cara identifikasi ini juga memudahkan dan mempercepat pembuatan zonasi daerah bahaya gunung api yang berjumlah sekitar 400 buah. Kenampakan morfologi kawah, bentuk lahan di sekitar kawah, dan aliran sungai yang berhulu di puncak gunung api merupakan morfologi penting untuk penentuan daerah bahaya dan kenampakan ini dapat diidentifikasi dari citra Landsat.

DAFTAR RUJUKAN

- Asriningrum, W., Noviar, H., Riyono, Y., 2003. *Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh untuk Analisis Daerah Bahaya Gunung Papandayan*. Prosiding PIT Ke-11 MAPIN. Yogyakarta: UGM.
- Asriningrum, A., 2002. *Studi Kemampuan Landsat ETM+ untuk Identifikasi Bentuklahan (Landform) di Daerah Jakarta - Bogor*. Tesis Program Pasca Sarjana. IPB. Bogor.
- Dir.Vulkanologi, Dirjen Pertambangan Umum, Dep. Pertambangan dan Energi, 1979, *Data Dasar Gunung api Indonesia*.
- EROS Data Center, 1995. *Landsat-7 Technical Working Group*. Sioux Falls, USA South Dakota. October 31 - November 2,1995.
- Langgeng, W.S., 1998. *Geomorfologi Gunung api*. Materi Kuliah. Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.
- Bloom, A. L., 1979. *Geomorphology. A Systematic Analysis of Late Cenozoic Landforms*. Prentice Hall of India. New Delhi.
- Web Addresses : [www.pu.go.id/publik/bencana/gn-api/gunung api.htm](http://www.pu.go.id/publik/bencana/gn-api/gunung%20api.htm) dan www.voIcanolive.com
- Zuidam R. A. van, 1985. *Aerial Photo-Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*. ITC, Enschede. The Netherlands.