

PENGEMBANGAN METODE ZONASI DAERAH BAHAYA LETUSAN GUNUNG API STUDI KASUS GUNUNG MERAPI

Wikanti Asriningrum*), Heru Noviar**), Suwarsono

*) Peneliti Bidang Analisa Sistem

**) Peneliti Bidang Pemanfaatan Data Inderaja

ABSTRACT

Merapi volcano which has height 2.986 m is located at central of Java Island. This volcano is one of 129 active volcano in Indonesia. Considering the amount of volcano, we need a method as a mitigation system of eruption hazard. MOS-MESSR (1991) dan Landsat-ETM (2002) data and supported by secondary data are used to identify and classify landform, drainage pattern, and land cover. The result are 10 classes of landform, 3 eruption hazard level of drainage pattern, and 9 classes of landform. Based on geomorphological analysis, from the two first classification produce eruption hazard zonation. And based on land cover analysis during 11 years show that forest area decrease 13.062 Ha and hazard risk pattern increase.

ABSTRAK

Gunung Merapi terletak di sentral Pulau Jawa dengan ketinggian 2.986 meter. Gunung ini adalah satu dari 129 Gunung Api aktif di Indonesia. Mengingat banyaknya Gunung Api di Indonesia, maka perlu metode sebagai upaya sistem mitigasi bencana letusan ini. Data MOS-MESSR (1991) dan Landsat-ETM (2002) didukung data sekunder lain digunakan untuk identifikasi dan klasifikasi bentuk lahan, pola aliran dan penutup lahan. Hasil klasifikasi adalah 10 kelas bentuk lahan, 3 tingkat bahaya letusan menurut pola aliran dan 9 kelas penutup lahan. Berdasarkan analisis geomorfologis, dari kedua peta pertama dihasilkan zona bahaya letusan Gunung Merapi. Dan berdasarkan analisis perubahan penutup lahan selama 11 tahun menunjukkan bahwa luas hutan berkurang sebesar 13.062 Ha dan peningkatan pola risiko bahaya.

1 PENDAHULUAN

Gunung Merapi merupakan Gunung Api yang menunjukkan gejala vulkanisme paling aktif di dunia. Gunung Api ini terletak di bagian sentral Pulau Jawa, dan secara administrasi terletak di Kabupaten Sleman yang terbagi ke dalam beberapa wilayah. Sebelah selatan termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Sleman Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, sebelah utara termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Boyolali, sebelah barat termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Magelang dan sebelah timur-tenggara termasuk ke dalam Kabupaten Klaten. Tiga kabupaten yang terakhir termasuk Provinsi Jawa Tengah. Jumlah penduduk dari 4 kabupaten di sekitar Gunung Merapi tercatat sebanyak 3.921.507 jiwa. (BPS, 2001).

Letak koordinat puncak kepundan adalah 7°32'29" dan 110°26'47" BT (pengukuran didasarkan pada citra Landsat ETM tanggal 6 September 2002), dengan ketinggian 2.986 m di atas permukaan laut menurut data GPS-1999, posisi lava 40 (Ratdomopurbo, 2000). Gunung Api ini termasuk tipe Gunung Api strato dengan tipe letusan yang khas dan dikategorikan ke dalam tipe letusan Merapi.

Gunung Merapi adalah satu dari 129 Gunung Api aktif (Direktorat Vulkanologi, 1979), dan satu dari 15 Gunung Api kritis atau sangat potensial untuk meletus (www.pu.go.id). Bentuk ancaman dari letusan Gunung Api berupa korban jiwa dan kerusakan pemukiman, harta, dan benda. Korban jiwa dan kerusakan terjadi akibat tertimbun hasil letusan seperti aliran lava (*lava flow*), lemparan batu, abu vulkanik (*ash*), awan panas (*nuees ardentes*), gas-gas beracun, dan lain-lain. Gunung Merapi pernah meletus pertama kali tahun 7630 sebelum Masehi, dan terakhir meletus bulan Agustus 2001. Tapi sampai saat ini masih menunjukkan aktivitasnya yang sewaktu-waktu dapat berubah aktif siaga.

Permasalahan yang dihadapi adalah jumlah Gunung Api di Indonesia relatif banyak, peta bahaya letusan Gunung Api belum dibuat seluruhnya, dan jumlah penduduk yang bermukim atau memanfaatkan lahan Gunung Api cenderung semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk. Peningkatan kepadatan penduduk dan peningkatan pemanfaatan lahan Gunung Api disebabkan oleh kondisi tanahnya yang subur. Hal ini akan meningkatkan risiko bahaya letusan yang diakibatkan oleh meningkatnya

kemungkinan jumlah korban dan kerusakan lahan budidaya.

Zonasi daerah bahaya ditentukan berdasarkan kemungkinan terkena aliran piroklastik dan lava. Prakiraan jangkauan letusan dapat dilakukan menggunakan peta topografi, peta geologi, ataupun pengamalan lapangan. Pada penelitian ini dikembangkan metode dengan teknik penginderaan jauh satelit yang merupakan penambahan data dari jenis data yang dipakai pada metode sebelumnya. Mengingat bahwa Gunung Api aktif di Indonesia relatif banyak, maka pengembangan metode ini diharapkan dapat mempercepat proses pembuatan atau pemutakhiran peta daerah bahaya Gunung Api. Peta bahaya diperlukan sebagai salah satu komponen sistem peringatan dini sebagai upaya meminimumkan jumlah korban dan kerugian akibat bencana letusan Gunung Api.

2 GUNUNG API

Gunung Api terbentuk sebagai akibat proses vulkanisme, yaitu proses naiknya material magma dari dalam bumi menuju permukaan baik dikeluarkan secara eksplosif maupun efusif. Naiknya cairan magma ke permukaan bumi tidak terjadi secara tiba-tiba begitu saja, namun ada faktor yang menyebabkan proses tersebut. Peristiwa subduksi antar dua lempeng tektonik berimplikasi pada meluncurnya material batuan pada kerak bumi sehingga bergerak ke permukaan karena berat jenis batuan yang relatif lebih rendah, yang disebut dengan proses undasi. Indonesia secara geologi merupakan tempat pertemuan tiga lempeng tektonik besar, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng India-Australia, dan Lempeng Pasifik. Zona pertemuan antar dua lempeng tektonik merupakan jalur-jalur vulkan aktif, seperti Gunung Api yang terdapat di Pulau Sumatera, Jawa, dan Nusa Tenggara terbentuk pada pertemuan antara Lempeng India-Australia yang menumbuk di bawah Lempeng Eurasia.

Dirktorat Vulkanologi dalam menentukan zonasi daerah bahaya letusan Gunung Api menyatakan bahwa daerah di sekitar kawah dikategorikan sebagai daerah terlarang karena kemungkinan terkena aliran piroklastik dan lava sangat besar. Daerah dengan tingkat bahaya lebih rendah adalah daerah bahaya ke-1, yaitu daerah yang tidak dapat diserang oleh awan panas namun saat letusan besar akan terdampak 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 terlanda aliran lahar.

Gunung Api merupakan salah satu bagian dari bentang lahan di permukaan bumi yang memiliki karakteristik yang khas. Bentuk lahan Gunung Api mempunyai relief menjulang hingga ribuan kilometer di atas permukaan laut, berbentuk kerucut, dan pola aliran yang berkembang di atasnya adalah pola radial. Morfologi kerucut Gunung Api dicirikan dengan kemiringan lereng dari terjal hingga sangat terjal dengan torchan cukup dalam, sedangkan lereng kaki Gunung Api mempunyai kemiringan dari terjal hingga agak landai dengan torehan relatif lebih ringan dan dangkal. Dari karakter khas ini, citra Landsat ETM komposit RGB 543 dengan penajaman autoclip mampu untuk identifikasi, delimitasi, dan delineasi aspek morfologi Gunung Api (Asriningrum, 2002). Kerucut vulkanik adalah akumulasi bahan-bahan vulkanik yang dikeluarkan secara langsung setiap kali letusan terjadi dari suatu titik atau kawah. Akumulasi bahan-bahan vulkanik ini dapat berupa bahan-bahan lepas (*pyroclastic*) maupun aliran lava, membentuk suatu kerucut di seputar kawah, sedangkan di lokasi yang lebih jauh membentuk kaki lereng (Selby, 1983).

3 METODOLOGI

Data yang digunakan adalah MOS-MESSR (*) tanggal 2 Agustus 1991 dan Landsat-ETM tanggal 6 September 2002. Adapun metode penelitian adalah multitemporal yang dilakukan melalui analisis perubahan penutup lahan dan analisis geomorfologi/bentuk lahan. Pengolahan citra untuk menghasilkan citra komposit yang ditajamkan dilakukan dengan software ER-Mapper 5.5. Tahapan penelitian dilakukan meliputi beberapa kegiatan sebagai berikut:

- a. Pemilihan jenis kanal 3, 4, dan 5 untuk pembuatan citra komposit RGB 543 dan penajaman citra autoclip.
- b. Penentuan daerah penelitian yang meliputi daerah bentuk lahan asal Gunung Merapi berdasarkan analisis geomorfologi dengan cara cropping atau pemotongan citra dari satu scene citra Landsat.
- c. Analisis dan deskripsi geomorfologis Gunung Merapi dan sekitarnya menggunakan data MOS-MESSR dan Landsat-ETM. Hasilnya ditampilkan dalam bentuk peta bentuk lahan (*landforms map*), peta zonasi tingkat kerentanan, dan peta daerah bahaya Gunung Api. Analisis geomorfologis berdasarkan empat aspek meliputi morfologi, morfogenik, morfokronologi, dan morfostruktur (Zuidam, 1985).

- d Analisis perubahan penutup lahan di daerah Ginning Api dan sekitarnya dengan mengidentifikasi dan mengklasifikasi penutup lahan dari 2 data tersebut dengan kurun waktu 11 tahun, yaitu dari tahun 1991 - 2002. Hasil ditampilkan dalam bentuk tabel dengan informasi kelas, luas, dan perubahan penutup lahan.
- e Analisis populasi penduduk dan penutup lahan yang dikaitkan dengan tingkat kerentanan daerah bencana.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan didasarkan atas jenis analisis yang digunakan, yaitu analisis-deskripsi geomorfologis, analisis bahaya, dan identifikasi-klasifikasi penutup lahan berikut analisis perubahannya. Penamaan klasifikasi bentuk lahan didasarkan pada acuan yang dikeluarkan oleh Bakosurtanal dan untuk klasifikasi Gunung Api disajikan (FG-UGM dan Bakosurtanal, 2000).

4.1 Hasil Analisis dan Deskripsi Geomorfologis

Hasil analisis dan deskripsi geomorfologis dengan menggunakan data penginderaan jauh Landsat-ETM dan MOS-MESSR, menunjukkan bahwa kawasan Gunung Merapi dapat dibagi atas sepuluh bentuk lahan (*landforms*). Klasifikasi bentuk lahan Gunung Api ini ditampilkan dalam Gambar 4-1. Deskripsi masing-masing bentuk lahan terdiri atas 10 kelas, yaitu Kawah aktif, Sumbat lava, Leher Gunung Api atau *Vulcanic neck*, Lereng Gunung Api, Lembah *baranko*, Kaki Gunung Api, Dataran kaki Gunung Api, Dataran Gunung Api, Medan lava, Teras sungai erosional.

Bentuk lahan Kawah Aktif terdapat pada bagian puncak Gunung Api ini yang pada satuan ini masih dapat diidentifikasi berlangsungnya gejala vulkanisme, yaitu adanya gas-gas vulkanis yang keluar dari kawah tersebut, meskipun dalam jumlah dan intensitas yang relatif kecil. Pada citra bentuk lahan ini hampir tidak dapat terlihat dengan jelas, hal ini dikarenakan luas bentuk lahan ini relatif sempit apabila dibandingkan dengan resolusi spasial citra yang sebesar 30 meter. Namun demikian bentuk lahan ini masih dapat dikenali lewat bentuknya yang khas, yaitu berupa cekungan dan situs yang berada pada posisi puncak dari Gunung Api.

Bentuk lahan Sumbat Lava terdapat pada bagian puncak Gunung Api di mana satuan ini terbentuk sebagai akibat letusan efusif berupa lava yang dalam perjalanannya keluar mengalami proses pengerasan pada pusat erupsi, yang dalam kasus Merapi terletak pada bagian puncak. Bentuk lahan ini dapat dikenali pada citra dari bentuknya yang khas, yaitu berbentuk bongkahan batuan dengan bagian puncaknya yang cenderung

menyudut-kerucut, ukurannya yang relatif luas, dan situs yang terletak pada bagian puncak Gunung Api. Selain itu warna biru pada citra yang merupakan representasi tubuh air menunjukkan aliran lava yang masih segar dan basah hasil penyerapan dari presipitasi air hujan maupun kabut. Informasi penting yang didapatkan dari hasil interpretasi, yaitu terdapat tanda pergeseran puncak sumbat lava yang pada tahun 1991 (Citra MOS) terletak pada posisi $7^{\circ} 32' 38''$ LS dan $110^{\circ} 26' 39''$ BT bergeser ke arah pada $7^{\circ} 32' 29''$ LS dan $110^{\circ} 26' 47''$ BT atau bergeser ke arah Timur-laut.

Bentuk lahan Leher Gunung Api atau *Vulcanic Neck* dapat dikenali dari citra dengan memperhatikan terutama dari bentuk, ukuran, letak/situs, dan polanya. Bentuk lahan ini bersifat masif, berbentuk cenderung membulat panjang kadang-kadang dengan sisi-sisi yang menyudut (bentuk bongkah) dengan ukuran yang relatif lebih kecil dari kerucut Gunung Api, dijumpai baik pada bagian puncak maupun pada bagian lereng Gunung Api dengan pola menyebar-melingkar. Pada kasus Gunung Merapi, bentuk lahan ini dijumpai pada bagian lereng Gunung Api atas sebelah Timur laut dan lereng Gunung Api bawah sebelah Selatan. Genesis dari bentuk lahan ini, yaitu merupakan sisa-sisa dari bagian tubuh Gunung Merapi tua yang tertutupi oleh material Gunung Merapi muda yang masih dapat dijumpai di permukaan.

Bentuk lahan Lereng Gunung Api terdapat mulai dari atas hingga bawah. Secara bentuk mendatar dilihat dari atas Lereng Gunung Merapi berbentuk cenderung membulat-ellips. Pada bentuk lahan ini merupakan bagian terluas dari kompleks Gunung Api ini dan dijumpai berasosiasi dengan bentuk lahan Lembah Baranko dan Lembah Sungai Erosional yang memiliki pola radial sentripetal (menyebar menjauhi pusat vulkan). Lembah Baranko terdapat pada bagian lereng atas sedangkan Lembah Sungai Erosional umumnya dijumpai mulai dari lereng tengah hingga beralih menjadi Lembah Sungai Oepositional pada Dataran Fluvio Gunung Api (kedua satuan bentuk lahan terakhir terselut tidak dijumpai pada cakupan daerah pemantauan ini). Lembah Baranko berbentuk huruf 'V' dengan ukuran lebih lebar dan dalam/curam dibandingkan dengan Teras Sungai Erosional yang berbentuk V dengan ukuran relatif lebih sempit. Selain itu pada bentuk lahan Lembah Baranko dapat dijumpai kesan bayangan yang tidak dijumpai pada Teras Sungai Erosional. Namun demikian secara genesis Lembah Baranko pada perkembangan lebih lanjut ke arah lereng bawah akan berubah menjadi Teras Sungai Erosional

Bentuk lahan Lereng Gunung Api ke arah bawah kemudian akan berturut-turut dijumpai bentuk lahan Kaki Gunung Api, bentuk lahan Dataran Kaki Gunung Api, dan bentuk lahan Dataran Gunung Api. Perbedaan antara keempat bentuk lahan itu terutama sekali terletak pada perbedaan relief dan kemiringan lereng, di mana ke arah bawah relief semakin rendah dan kemiringan lereng semakin kecil. Pada batas peralihan di antara keempat bentuk lahan tersebut merupakan titik-titik *break of slope* (takik lereng) yang pada daerah sekitar takik lereng tersebut banyak dijumpai mata-air (*springs*) atau rembesan (*seepage*) dan membentuk jalur hijau (*green hell*),

Bentuk lahan yang memainkan peranan penting dalam penentuan kerentanan bencana Gunung Api adalah bentuk lahan Medan Lava (*Lava Field*). Pada kasus Merapi, bentuk lahan ini terbentuk dari erupsi Gunung Merapi yang efusif di mana dikeluarkan massa lava. Arah erupsi Gunung Merapi secara dominan cenderung mengarah ke Barat-daya, yaitu ke arah wilayah Kabupaten Magelang Jawa Tengah. Aliran lava menyebar umumnya melalui zona-zona alur sungai yang alirannya dipercepat dengan aliran air sungai tersebut (vama bini pada citra).

Memperhatikan deskripsi karakteristik tersebut di atas, maka unit bentuk lahan mempunyai kaitan erat dengan tingkat kerentanan letusan Gunung Api. Kelompok bentuk lahan yang memiliki tingkat sangat rentan, yaitu Kawah Aktif, Sumbat Lava, dan Medan Lava. Bentuk lahan yang memiliki tingkat rentan, yaitu Leher Gunung Api, Lereng Gunung Api dan Lembah Baranko. Sedangkan bentuk lahan yang memiliki tingkat kurang rentan yaitu Kaki Gunung Api, Dataran Kaki Gunung Api, dan Dataran Gunung Api. Khusus untuk bentuk lahan Teras Sungai Erosional yang terdapat pada jalur-jalur aliran lava dikategorikan ke dalam tingkat rentan dan selebihnya dikategorikan ke dalam tingkat kurang rentan (tabel 4-1).

4.2 Hasil Analisis Zona Bahaya

Untuk keperluan mitigasi bencana alam, berdasarkan Peta Bentuk lahan dan dikaitkan

dengan tingkat kerentanannya terhadap bencana, maka dibuat Peta Zona Bahaya Merapi yang dikelompokkan ke dalam tiga daerah bahaya, yaitu Zona Terlarang, Zona Bahaya 1, dan Zona Bahaya II. Penentuan zona bahaya mengikuti kriteria yang digunakan oleh Direktorat Vulkanologi Daerah-daerah tersebut dominan terdapat di lereng bagian Barat-daya dan sekitarnya yang secara administrasi termasuk wilayah Kabupaten Magelang Provinsi Jawa Tengah dan sebagian kecilnya termasuk wilayah Kabupaten Siemang Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

Daerah endapan piroklastik, awan panas (*nuées ardentes*, atau istilah setempat: wedus gembel), aliran lava, dan aliran lahar adalah daerah-daerah bahaya yang perlu dipantau secara kontinu. Kenampakan obyek-obyek tersebut pada citra komposit RGB 543 (Gambar 4-2). dapat dibedakan antara obyek satu dengan yang lain dari perbedaan warna, lokasi, dan asosiasi. Endapan piroklastik dan awan panas berwarna merah cerah namun lokasi dan asosiasi antara keduanya dapat dibedakan. Lokasi endapan piroklastik lebih jauh dari produk letusan baru dibandingkan awan panas.

Terkait dengan lokasi, bahwa awan panas berasosiasi dengan produk letusan baru. Aliran lava dan aliran lahar berwarna biru yang menunjukkan bahwa kandungan airnya relatif tinggi, namun antara lava dan lahar memiliki penyebaran aliran yang berbeda. Lava tersebar meluas yang tampak pada citra di sebelah Barat daya, sedangkan lahar tersebar mengikuti pola aliran sungai dan dapat diidentifikasi di beberapa sungai yang mengalir ke Selatan dan Barat-laut.

Hasil identifikasi pola aliran didapatkan pola aliran radial pada Gunung Merapi dan ada pola setengah radial dari gunung di sebelah utaranya, yaitu Gunung Merbabu (Gambar 4-3). Dari pola aliran ini dikelompokkan menjadi tiga tingkat kemungkinan aliran lava dan lahar. yaitu tingkat tinggi, menengah, dan rendah. Perbedaan tingkatan ini membantu dalam penentuan tingkat bahaya yang disebabkan oleh aliran lava dan lahar melalui sungai.

Tabel4-1: TINGKAT KERENTANAN BENCANA GUNUNG API MERAPI UNTUK TIAP-TIAP BENTUK LAHAN

No	Bentuk lahan	Tingkat Kerentanan			Material Enipisi			
		Sangat Rentan	Rentan	Kurang Rentan	Aliraii Lava/Lahar	Materuil Piroklastis Ash/Tuf	Lapili	Bom
1	Kawah Aktif	+	-		+	-	+	+
2	Sumbat Lava	+	-	-	+	+	+	+
3	Leher Gunung Api	-	+	-	-	+	+	+
4	Lereng Gunung Api	-	+	-	+	+	+	+
5	Lembah Barranco	-	+	+	+	+	+	+
6	Kaki Gunung Api	-	.	+	-	+	-	.
7	Dataran Kaki Gunung Api	-	-	+	-	-	-	-
8	Dataran Gunung Api	-	-	+	-	.	-	.
9	Medan Lava	+	-	-	+	+	+	+
10	Teras Sungai Erosional	-	+))	-	+	-	-	-

+) dengan catatan

Pembagian daerah-daerah bahaya berdasarkan analisis citra Landsat disajikan dalam bentuk peta pada Gambar 4-4. Dari gambar ini dijumpai perbedaan daerah zona terlarang jika dibandingkan dengan peta dari Direktorat Vulkanologi. Hal ini disebabkan oleh adanya perluasan distribusi lava, yang pada citra tampak bahwa lava meluas menuruni lereng dan menerjang sabo-sabo pengaman. Kenampakan ini berarti bahwa lava menyapu daerah-daerah di luar sabo. Sedangkan peta bahaya Gunung Merapi yang sebelumnya membuat batas daerah terlarang berdasarkan lokasi sabo.

Dalam kaitan antara distribusi populasi penduduk dengan tingkat bahaya letusan Gunung Api ini, maka penduduk yang paling terancam bahaya jika Gunung Api ini meletus adalah penduduk di sekitar lereng sebelah barat daya Gunung Merapi. Hal ini terutama disebabkan oleh arah erupsi vulkan ini yang cenderung mengarah ke barat daya. Daerah tersebut secara administrasi termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Magelang dan sebagian kecilnya termasuk ke dalam Kabupaten Sleman Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

4.3 Hasil identifikasi dan klasifikasi penutup lahan serta analisis perubahannya

Hasil identifikasi dan klasifikasi penutup lahan Gunung Merapi dengan menggunakan data MOS-MESSR (2 Agustus 1991) dan data Landsat-

ETM (6 September 2002) yang berupa peta klasifikasi penutup lahan disajikan pada Gambar 4-5.

Selain itu, dari hasil klasifikasi penutup lahan daerah Gunung Merapi dengan data inderaja berjangka waktu 11 tahun (MOS-MESSR, 2 Agustus 1991 dan Landsat-ETM, 6 September 2002) diperoleh perbedaan luas liputan lahan yang menunjukkan adanya perubahan yang terjadi selama kurun waktu tersebut. Luas penutup lahan berikut perubahannya secara rinci disajikan pada Tabel 4-2. Berdasarkan Tabel 4-2. dapat diketahui bahwa pada kawasan kompleks Gunung Merapi telah terjadi perubahan penutup lahan. Beberapa klas penutup lahan mengalami penambahan luas seiring dengan berkurangnya klas penutup lahan yang lain. Peningkatan luas penutup lahan yang paling besar adalah kelas tegalan, yaitu sebesar 5.586 ha dan penurunan luas penutup lahan paling besar adalah kelas hutan, yaitu berkurang sebesar 13.026 ha. Sedangkan untuk kelas-kelas yang lain, yaitu kelas perkebunan meningkat sebesar 2.234 ha, kelas sawah meningkat sebesar 369 ha, kelas pemukiman meningkat sebesar 2.389 ha, kelas lahan terbuka meningkat sebesar 1.941 ha, kelas singkapan batuan meningkat sebesar 38 ha, kelas lahar dan lava meningkat sebesar 542 ha dan kelas sungai/tubuh perairan berkurang sebesar 73 ha. Informasi penting lainnya, yaitu perubahan penutup lahan dari suatu kelas menjadi kelas lain yang ditunjukkan menurut luas secara rinci disajikan dengan matriks pada Tabel 4-3.

Untuk klasifikasi penutup lahan Gunung Merapi adalah perlu diperhatikan perubahan sesuatu kelas menjadi kelas lahar dan lava serta kelas singkapan batuan. Hal tersebut dikarenakan kelas lahar dan lava merupakan bentuk akibat langsung dari aktivitas erupsi Gunung Api dan kelas singkapan batuan, yang pada peta hasil interpretasi citra dominan terdapat pada daerah sekitar penutup lahan lahar dan lava, merupakan hasil erupsi Gunung Api juga, hanya berbeda dalam periodisasi dan telah mengalami diagenesis (proses perubahan menjadi batuan) menjadi singkapan batuan.

Gambar 4-6 menunjukkan peta perubahan kelas penutup lahan yang secara khusus dapat diketahui informasi mengenai lokasi perubahan kelas-kelas penutup lahan mana saja yang

mengalami perubahan menjadi kelas lahar dan lava serta singkapan batuan.

Memperhatikan Tabel 4-3, luas area penutup lahan pada tanggal 2 Agustus 1991 (citra MOS MESSR) yang tersapu oleh lahar dan lava yang terluput pada tanggal 6 September 2002 (citra Landsat ETM) yaitu berturut-turut kelas hutan seluas 267 ha, kelas tegalan seluas 5 ha, kelas persawahan seluas 2 ha, kelas lahan terbuka seluas 187 ha, kelas sungai/tubuh perairan seluas 38 ha, kelas singkapan batuan seluas 255 ha dan kelas pemukiman seluas 1 Ha.

Pada perhitungan luas penutup lahan ini terdapat perbedaan resolusi spasial antara data multitemporal yang digunakan yakni MOS-MESSR 50 m dan Landsat-ETM 30 m, sehingga dimungkinkan ada kesalahan akibat resolusi ini.

Tabel 4-2 : LUAS PENUTUP LAHAN DI DAERAH GUNUNG MERAPI TAHUN 1991 DAN TAHUN 2002 SERTA PERUBAHANNYA

No.	Klas Penutup Lahan	Th.1991*'		Th.2002'''		Perubahan	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%
1	Hutan	16.565	51	3.539	11	-13.026	-79
2	Perkebunan	1.591	5	3.825	12	2.234	140
3	Tegalan	3.863	12	9.449	29	5.586	145
4	Sawah	6.567	19	6.936	20	369	6
5	Pemukiman	525	2	2.914	9	2.389	455
6	Lahan Terbuka	2.058	6	3.999	12	1.941	94
7	Singkapan Batuan	599	2	637	2	38	6
8	Lahar dan Lava	676	2	1.218	4	542	80
9	Sungai/Tubuh Air	217	1	144	1	-73	-34
	Jumlah	32.661	100	32.661	100		

Sumber :

*) Analisis citra MOS-MESSR tanggal 2 Agustus 1991, dari Remote Sensing Technology Center of Japan.

***) Analisis citra Landsat-ETM tanggal 6 September 2002

Tabel 4-3 : MATRIKS PERUBAHAN PENUTUP LAHAN

No.	*s11s<<v. MOS 91 Landsat /''''''''^v^	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Hutan	Perkebunan	Tegalan	Persawahan	Pemukiman	Lahan Terbuka	Singkapan Batuan	Lahar & Lava	Tubuh air
1.	Hutan	3.164	7	76	181	5	45	5	11	0
2.	Perkebunan	1.666	806	406	726	85	72	4	3	6
3.	Tegalan	3.821	362	1.689	2.517	176	640	44	24	52
4.	Persawahan	3.450	76	1.009	1.894	59	319	15	10	12
5.	Pemukiman	1.204	276	356	565	152	262	20	12	29
6.	Lahan Terbuka	2.093	33	259	574	39	489	248	134	77
7.	Singkapan Batuan	597	0	0	0	0	8	0	24	0
8.	Lahar dan Lava	267	0	5	2	1	187	255	449	38
9.	Tubuh air	85	10	12	23	1	9	0	0	0

5 KESIMPULAN

Hasil analisis geomorfologis terhadap kawasan Gunung Merapi dari data MOS-MESSR tanggal 2 Agustus 1991 dan data Landsat-ETM tanggal 6 September 2002. mengelompokkan ke dalam sembilan kelas bentuk lahan, Kawah Aktif, Sumbat Lava, Lecer Gunung Api (*Vulcanic Neck*), Lercng Gunung Api, Lembah Baranko, Kaki Gunung Api, Dataran Kaki Gunung Api, Dataran Gunung Api, Medan Lava, dan Teras Sungai Erosional. Identifikasi bentuk lahan tersebut dapat diperoleh dari morfologinya, namun untuk bentuk lahan kawah aktif yang berukuran kecil digunakan pemahaman asosiasi interpreter.

Tingkat kerentanan tiap-liap bentuk lahan terhadap bencana Gunung Api diklasikan ke dalam tiga tingkat, yaitu sangat rentan, rentan, dan kurang rentan. Untuk tingkat sangat rentan meliputi Kawah Aktif, Sumbat Lava, dan Medan Lava, tingkat rentan meliputi Lecer Gunung Api, Lereng Gunung Api, Lembah Baranko, dan Teras Sungai Erosional, sedangkan untuk tingkat kurang rentan meliputi Kaki Gunung Api, Dataran Kaki Gunung Api, dan Dataran Gunung Api.

Untuk keperluan mitigasi bencana alam, berdasarkan tingkat kerentanan kompleks Gunung Merapi dikelompokkan ke dalam Zona Terlarang, Zona Bahaya I, dan Zona Bahaya II. Daerah-daerah tersebut dominan terdapat di lereng bagian barat daya dan sekitarnya yang secara administrasi termasuk wilayah Kabupaten Magelang Provinsi Jawa Tengah dan sebagian kecilnya termasuk wilayah Kabupaten Sleman Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Perbandingan antara hasil ini dengan peta daerah bahaya sebelumnya adalah pada daerah terlarang dan tingkat kefatalan, sehingga pengembangan metode zonasi ini dapat digunakan untuk pemutakhiran atau pembuatan peta bahaya Gunung Api.

Perubahan penutup lahan daerah Gunung Merapi dengan jangka waktu 11 tahun (MOS-MESSR, 2 Agustus 1991 dan Landsat-ETM, 6 September 2002), diperoleh bahwa perubahan paling besar yaitu berkurangnya luas areal hutan sebesar 13.026 Ha yang berubah menjadi berbagai kelas penutup lahan. Sedangkan penambahan luas penutup lahan terdapat pada kelas lahar dan lava, yaitu sebesar 1.204 Ha. Penambahan luas untuk kelas pemukiman sebesar 2.358 Ha (455%), kelas persawahan sebesar 362 Ha (6%), dan kelas tegalan sebesar 5.513 Ha (145%). Sedangkan kelas pemukiman, persawahan, dan tegalan yang tersapu lahar dan lava di tahun 2002 berturut-turut sebesar 1 Ha, 2 Ha, dan 5 Ha. Perubahan luas ini dihitung dari data dengan resolusi spasial 30 m dan 50 m sehingga ada kemungkinan kesalahan akibat perbedaan resolusi ini. Namun demikian pola penambahan luas untuk kelas-kelas tersebut menunjukkan bahwa ada

peningkatan risiko bahaya letusan Gunung Api akibat perubahan penutup lahan,

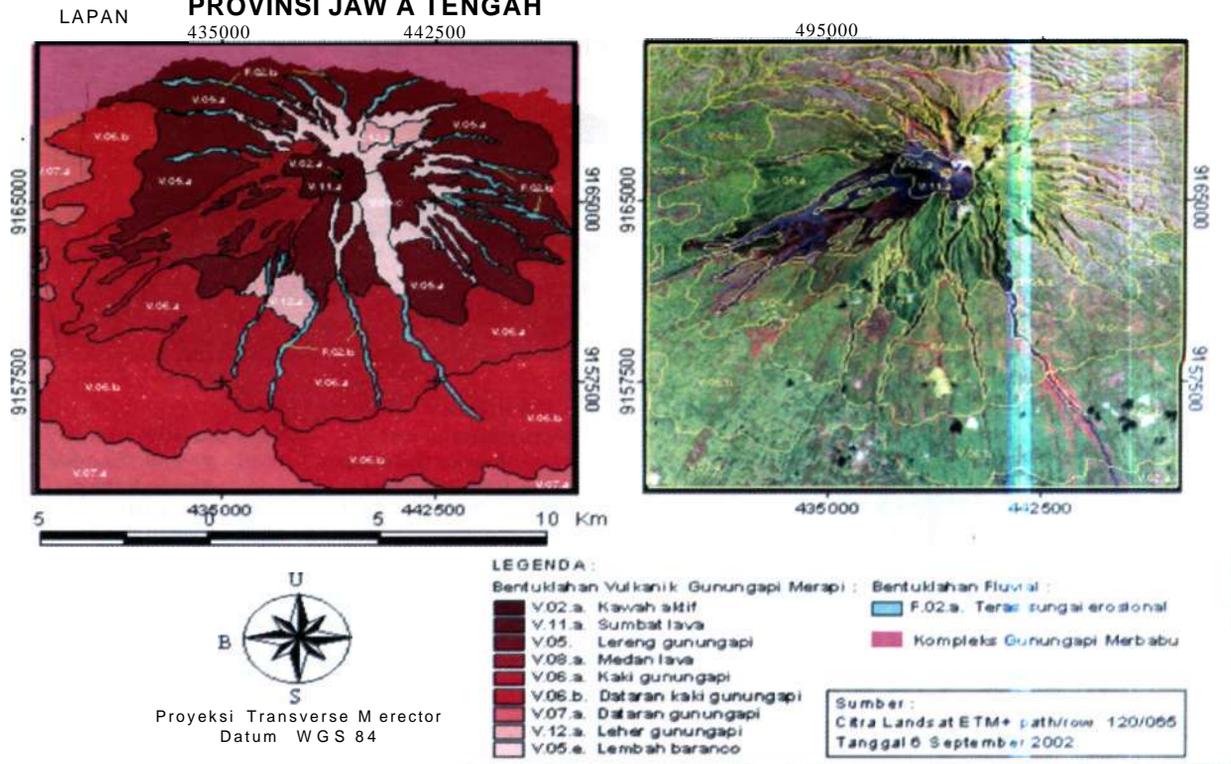
Pencantuan daerah bahaya didasarkan pada kemungkinan terkena aliran piroklastik dan lava, sehingga informasi yang dapat diperoleh dari citra penginderaan jauh satelit didasarkan pada analisis geomorfologi. Untuk itu pengolahan citra dan interpreter memerlukan bekal ilmu geomorfologi. Citra penginderaan jauh dengan periodik ulang yang teratur dan kontinu dapat memberikan informasi perubahan penutup lahan/penggunaan lahan yang bermanfaat untuk memperkirakan risiko akibat letusan.

DAFTAR RUJUKAN

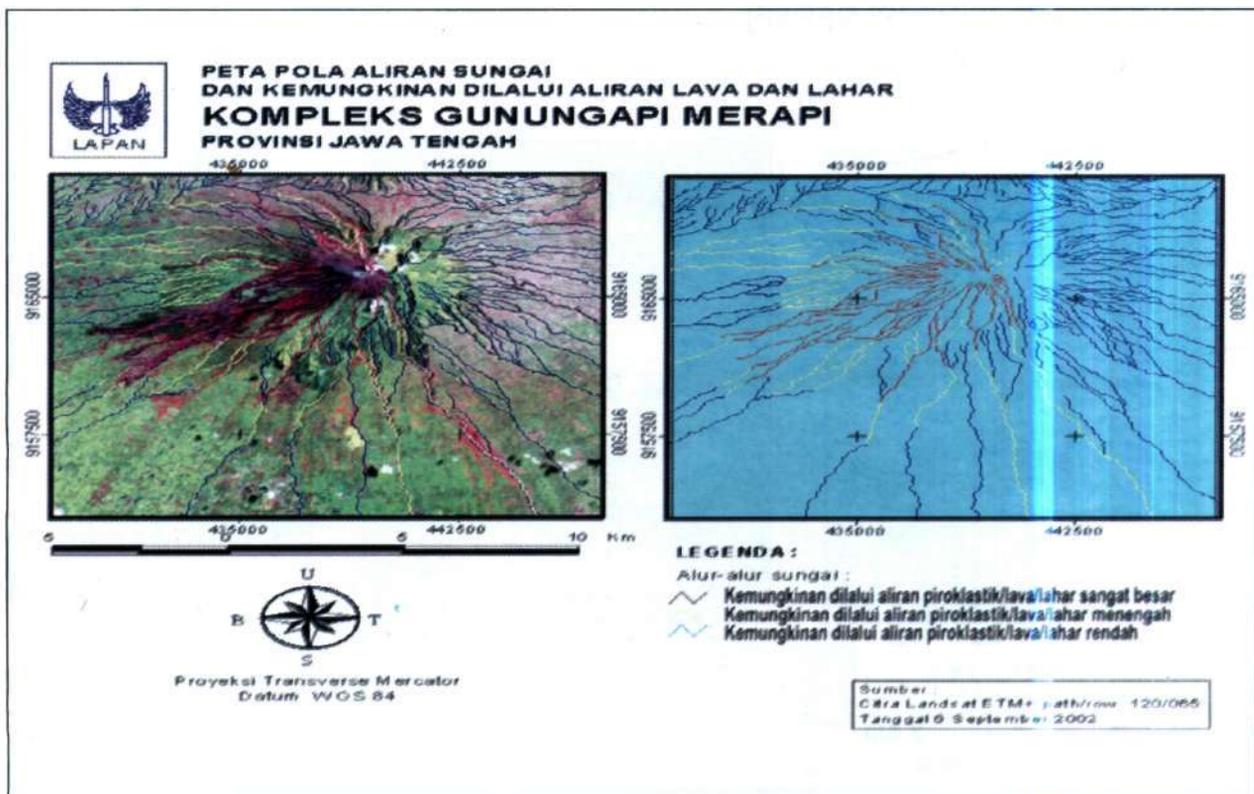
- Asriningrum, A. 2002. Studi Kemampuan Landsat ETM' untuk Identifikasi Bentuk lahan [landform] di Daerah Jakarta-Bogor. *Tests Program Pasca Sarjana. IPB. Bogor.*
- BPS. 2001. *Penduduk Indonesia.* Jakarta. Biro Pusat Statistik
- Direktorat Vulkanologi. 1979. *Data Dasar Gunung Api Indonesia.* Dirjen Pertambangan Umum, Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung
- Direktorat Vulkanologi. 2000. *Karakteristik Gunung Merapi.* Yogyakarta. Direktorat Vulkanologi
- ER-Mapper. 1997. *ER-MapperXs, Level One Training Workbook.* Western Australia. Earth Resource Mapping.
- F-G UGM dan Bakosurtanal. 2000. *Pembakuan Spek Mefodologi Kontrol Kualitas Pemetaan Iemalik Dasar dalam Mendukung Perencanaan TalaRuang.* Yogyakarta.
- Langgeng, W.S. 1998. *Geomorfologi Gunung Api.* Materi Kuliah. Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.
- Ratdomopurbo, A.; D.A. Supriyati 2000. *Prekursor Erupsi Gunung Merapi AbadXX.* Yogyakarta. Direktorat Vulkanologi
- Ratdomopurbo, A.; Sulistiyo. Y.; Suharaa. 2000. *Evo/usi 100 Tahun Morfohgi Gunung Merapi.* Yogyakarta. Direktorat Vulkanologi
- Scott B.H.M. 1977. *Geological Hazards,* second edition, Springer-Verlag, New York Heidelberg Berlin.
- Scoby, M.J. 1983. *Earth Changing Surface. An Introduction to Geo morphology.* Oxford University Press. New York.
- We Addresses: [www.pu.go.id/Dublikjbencana/gn-api/Gunung Ap..htm](http://www.pu.go.id/Dublikjbencana/gn-api/Gunung_Ap..htm) dan www.volcanolive.com.
- Zuidam R. A. van. 1985. *Aerial Photo-Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping.* ITC, Enschede. The Netherlands.

LAMPIRAN

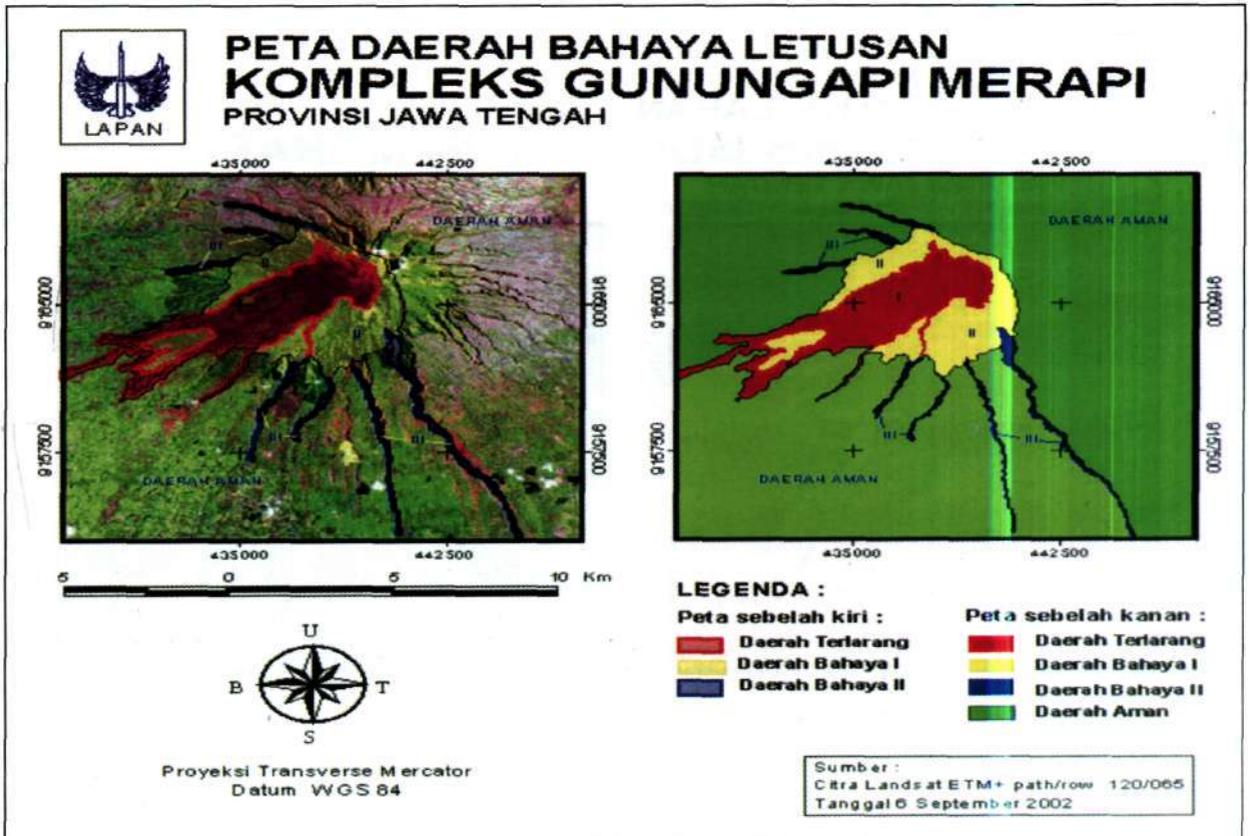
PETA BENTUKLAHAN KOMPLEKS GUNUNGAPI MERAPI PROVINSI JAWA TENGAH



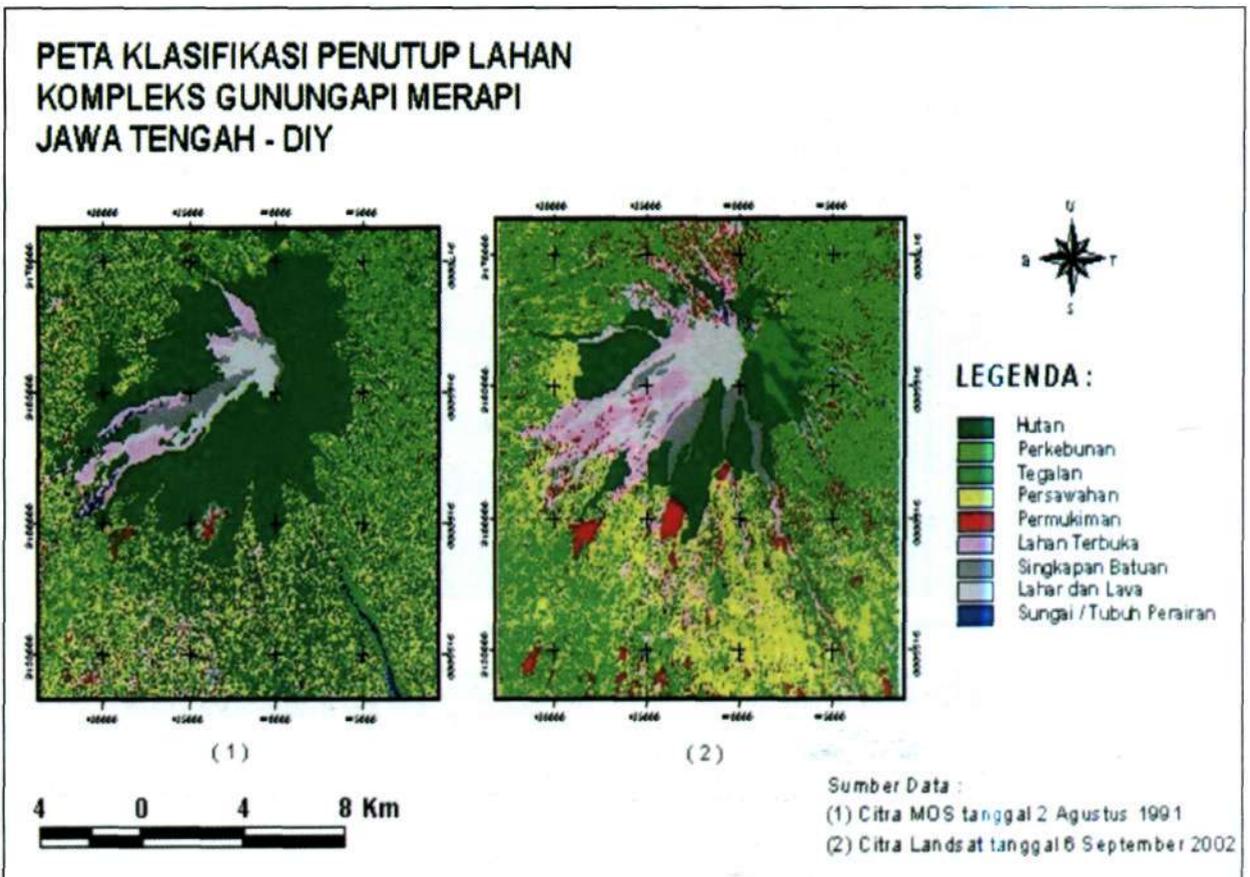
Gambar 4-1. Peta bentuk lahan kompleks Gunung Api Merapi



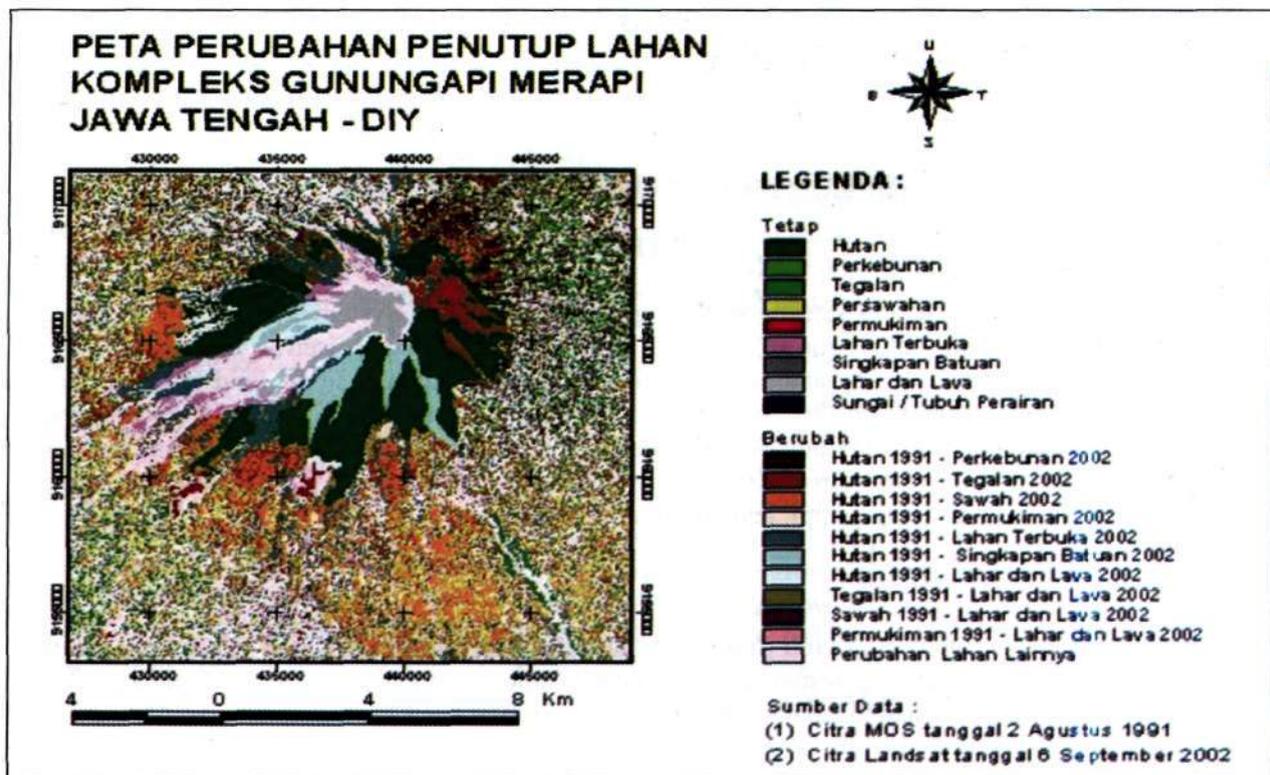
Gambar 4-2: Peta pola aliran sungai



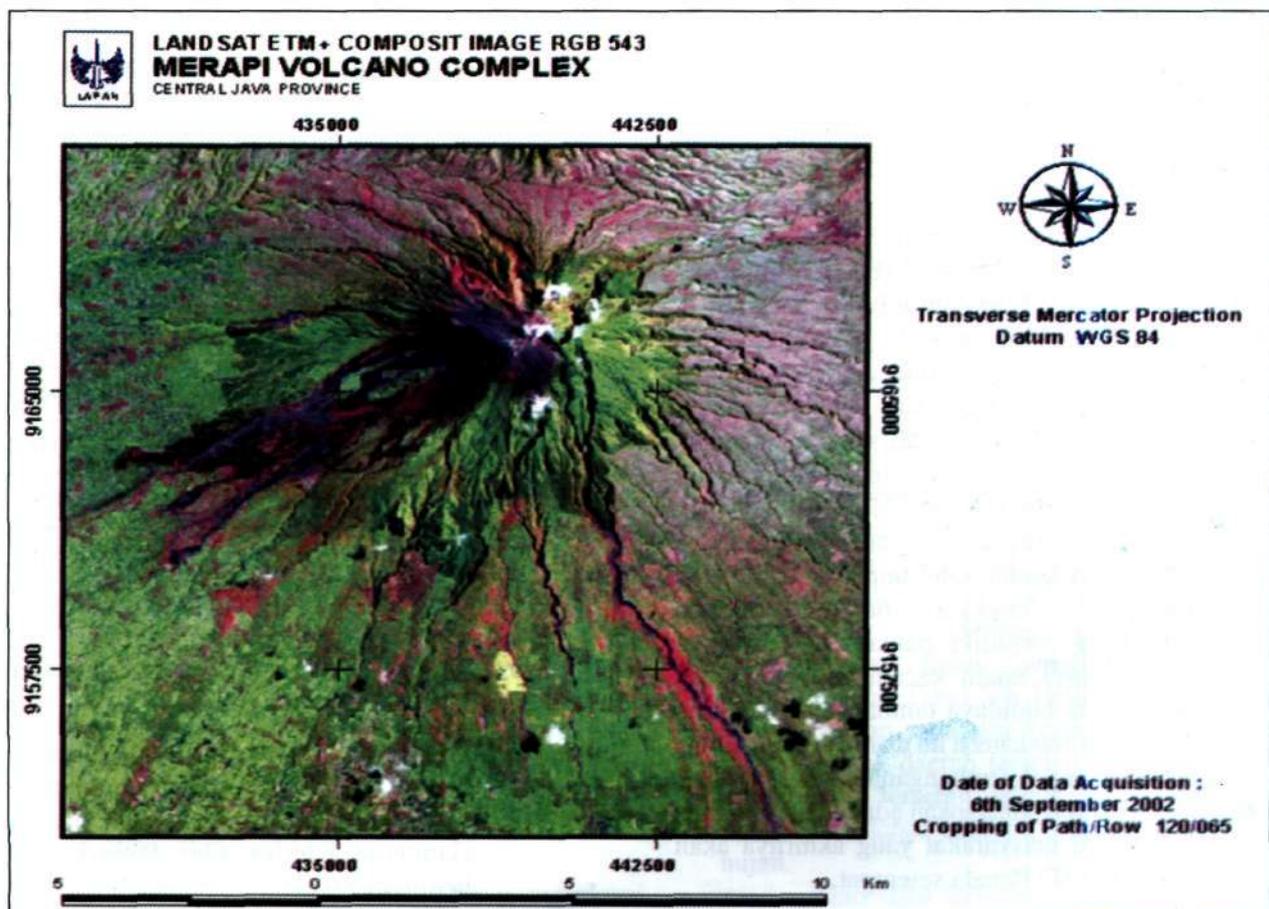
Gambar 4-3 : Peta daerah bahaya letusan kompleks Gunung Api



Gambar 4-4. Peta klasifikasi penutup lahan kompleks Gunung Merapi



Gambar 4-5 : Peta perubahan penutup lahan kompleks Gunung Api Merapi



Gambar 4-6: Citra Landsat ETM+ warna komposit RGB 543 kompleks Gunung Api Merapi