

PENGGUNAAN CITRA LANDSAT ETM+ UNTUK MONITORING PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DI KAWASAN PUNCAK

*The Use of Landsat ETM + Images for Monitoring Landuse Changes in Puncak Area,
West Java*

Yunita Lisnawati dan/and Ari Wibowo

Pusat Litbang Hutan Tanaman
Kampus Badan Litbang Kehutanan, Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor, Telp. (0251) 631238, Fax. (0251) 7520005

Naskah masuk: 28 Februari 2007 ; Naskah diterima: 02 Juli 2007

ABSTRACT

Puncak is a famous area for tourism, also for farming and as catchment area, located on hilly area with altitude of 330 – 3002 m a.s.l, has 8 – 50% slopes and belongs to Sub Catchment (Sub DAS) Ciliwung Hulu. Main issue in Puncak area was land use change that has continuously occurred and increased from year to year. During the period of 1981 – 2001 land use change into settlement was the most extensive to occur. This has shown that the need for settlement area was the most significant factor influencing land use change in Puncak area. This study had objective to monitor land use in Puncak Area, Bogor District. Time series satellite imageries were used as main data to determine types of land use that occurred during 1995 – 2003. Spatial analysis was applied using Geographical Information System according Aronoff (1989). Result of spatial analysis showed changes in area coverage of eight land use types namely forest, tea plantation, mix garden, settlement, dry land farm, shrub, open land and rice field. Important land use changes occurred for forest area (34.96% in 1995 into 28,07% in 2003), meanwhile settlement area was 8.79% in 1995 and 32.28% in 2003. In 2003, land use for settlement was the first rank compared with other landuse types, therefore if increase in settlement area cannot be reduced, it would influence to the increase of run-off that causes repeated flood and erosion. Accuracy of Landsat ETM imageries classification was higher than 85% or accuracy of classification was good.

Key words : *Puncak area, landuse change, landsat ETM+ imageries*

ABSTRAK

Puncak merupakan kota pariwisata dengan bentuk penggunaan lahan untuk usahatani dan daerah resapan air. Secara umum kawasan ini merupakan daerah perbukitan dengan ketinggian bervariasi mulai dari 330 meter sampai 3.002 meter di atas permukaan laut, dengan kemiringan lahan antara 8% sampai dengan 50% dan terletak di kawasan Sub DAS Ciliwung Hulu. Persoalan utama di kawasan Puncak adalah perubahan penggunaan lahan yang terus terjadi dan meningkat dari tahun ke tahun. Selama periode tahun 1981 – 2001 perubahan penggunaan lahan terluas terjadi pada pemukiman. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan akan pemukiman merupakan faktor terbesar yang mendorong perubahan fungsi lahan di kawasan Puncak. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan monitoring perubahan penggunaan lahan di kawasan Puncak Kabupaten Bogor. Citra satelit multi waktu digunakan sebagai data utama dalam mendefinisikan tipe-tipe penggunaan lahan yang terjadi pada kurun waktu 1995 – 2003. Analisis spasial dilakukan dengan menggunakan System Informasi Geografis yang dikembangkan oleh Aronoff (1989). Hasil analisis spasial menunjukkan perubahan luasan dari delapan tipe penggunaan lahan yaitu hutan, kebun teh, kebun campuran, pemukiman, tegalan, semak, lahan terbuka dan sawah. Perubahan penggunaan lahan yang penting terjadi diantaranya adalah hutan (34,96% pada tahun 1995 menjadi 28,07% pada tahun 2003), sedangkan pemukiman (8,79% pada tahun 1995 menjadi 32,28% pada tahun 2003). Pada tahun 2003, luas penggunaan lahan untuk pemukiman sudah menempati peringkat teratas dibandingkan dengan penggunaan lahan lainnya, sehingga apabila penambahan pemukiman tidak dapat ditekan maka akan berdampak meningkatnya aliran permukaan yang dapat menimbulkan erosi dan banjir yang berulang.

Akurasi citra hasil klasifikasi landsat ETM lebih besar dari 85%, dengan demikian ketelitian klasifikasi tergolong sangat baik.

Kata Kunci : Kawasan Puncak, perubahan penggunaan lahan, citra landsat ETM+

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kawasan Puncak berada pada perlintasan yang menghubungkan dua kota Pusat pertumbuhan ekonomi, yaitu Bandung dan Jakarta merupakan pusat kegiatan jasa, industri, dan pariwisata. Kawasan ini mempunyai potensi sumberdaya yang perlu dijaga kelestariannya karena berperan penting dalam konservasi air. Akan tetapi, wilayah ini juga merupakan wilayah pengembangan pariwisata dan usahatani, sehingga terjadi penyimpangan pemanfaatan ruang, seperti pengurangan kawasan hutan, penggunaan lahan di sepanjang bantaran sungai, dan pemanfaatan ruang di wilayah resapan air.

Di kawasan Puncak terjadi perkembangan penduduk yang berkorelasi dengan meningkatnya kebutuhan akan perumahan dan fasilitas lainnya untuk memenuhi kebutuhan hidup. Hal ini mengakibatkan terjadinya perubahan penggunaan lahan seperti perubahan lahan alami ke lahan terbangun. Sebagai informasi, jumlah penduduk di Sub DAS Ciliwung Hulu pada tahun 1993 berjumlah 156.546 jiwa, sedangkan pada tahun 2000 meningkat menjadi 182.638 jiwa (BPS, 2000). Juga telah terjadi penambahan luas areal untuk pemukiman, yaitu 20,21% pada tahun 1994 menjadi 26,51% pada tahun 2001. Pada periode tahun 1981 - 2001, perubahan sawah menjadi pemukiman menempati luas terbesar diikuti oleh perubahan hutan menjadi kebun teh, dengan luas masing-masing 1902,29 ha dan 1060,96 ha (Janudianto, 2004). Hal tersebut menunjukkan kebutuhan akan pemukiman merupakan faktor terbesar yang mendorong terjadinya konversi lahan.

Konversi lahan yang terjadi sebagai akibat dari perkembangan pembangunan di bagian hulu kawasan telah mempersempit areal vegetasi penutup permukaan tanah dan penyempitan sungai yang berdampak pada meningkatnya aliran permukaan. Hal ini mengakibatkan penurunan laju infiltrasi air tanah dan peningkatan aliran permukaan yang berpotensi menimbulkan erosi dan banjir.

B. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berbagai jenis penggunaan lahan yang ada di Kawasan Puncak dan melakukan monitoring perubahan penggunaan lahannya pada periode tahun 1995 sampai dengan 2003. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi dalam perencanaan pembangunan wilayah di daerah Puncak.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi

Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2005. Lokasi penelitian adalah kawasan Puncak di Kabupaten Bogor yang meliputi 3 kecamatan yaitu Kecamatan Cisarua, Megamendung dan Ciawi.

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas :

1. Citra landsat ETM+ patroll 122 tahun 1995, 1997, 2001, dan 2003, dengan luas penutupan awan kurang dari 10%.
2. Peta Rupa Bumi skala 1: 25.000, lembar Cisarua 1209-142 edisi -I Tahun 1998, dan lembar Ciawi 1209-141 edisi - Tahun 1999, diterbitkan oleh Bakosurtanal, Cibinong.
3. Data lapangan berupa penggunaan lahan saat ini.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas: seperangkat komputer jenis PC dengan software ER Mapper 6.0 untuk analisis citra, software Map Info Profesional 6.0 dan Arcview 3.2 untuk digitasi dan pengolahan peta, serta GPS.

C. Metode Penelitian

C.1. Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini digunakan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil survei lapangan yang meliputi kegiatan konfirmasi lapangan untuk jenis-jenis penggunaan lahan yang ada. Data sekunder berupa citra landsat ETM+ diperoleh dari Laboratorium PSL Institut Pertanian Bogor.

C.2. Kerangka Pemecahan Masalah dalam Tahapan Kegiatan

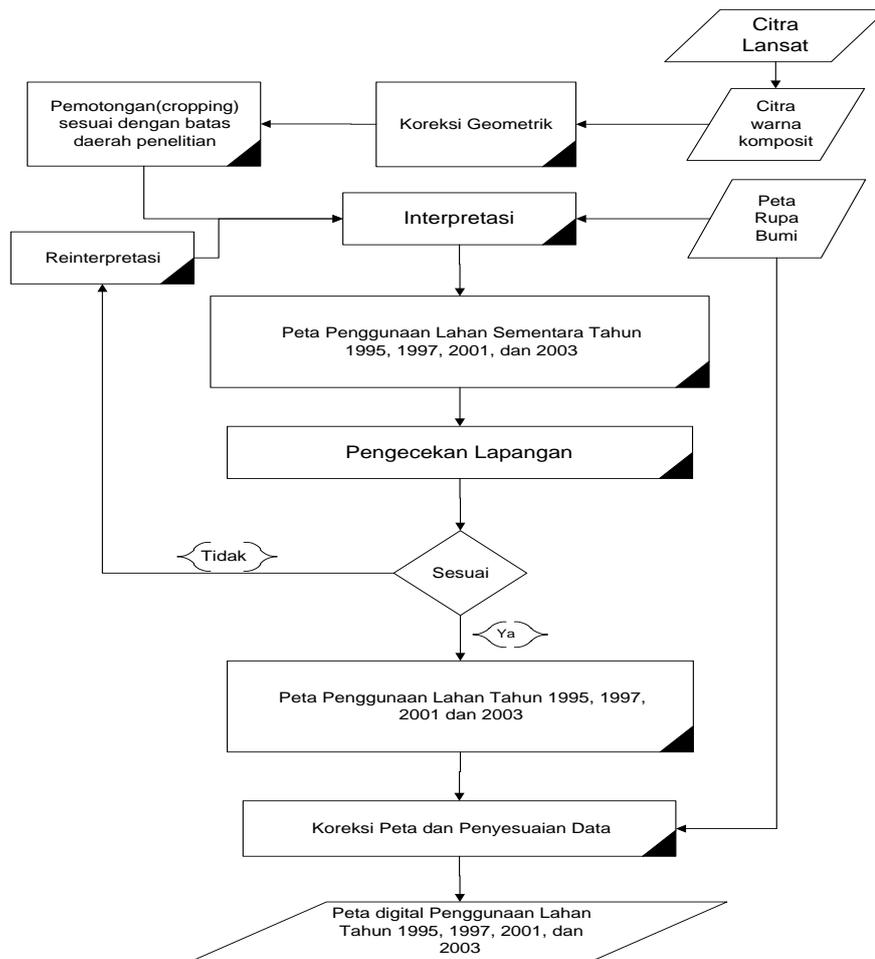
Diagram alir penelitian disajikan pada Gambar 1.

1. Koreksi Geometrik Citra Landsat ETM+ dengan Peta Topografi

Sebelum dilakukan koreksi geometrik, ditentukan terlebih dahulu jenis citra komposit yang akan digunakan dengan membuat citra warna komposit. Citra komposit adalah penggabungan kombinasi antar saluran (*band*) yang memiliki resolusi spektral berbeda dan resolusi spasial sama, yang dalam hal ini adalah saluran-saluran 1, 2, 3, 4, 5, dan 7 yang masing-masing memiliki resolusi spasial 30 meter. Citra komposit dilakukan dengan memasukkan ke dalam saluran merah, hijau, dan biru (RGB). Tujuannya adalah untuk mendapatkan tampilan visual yang optimal untuk identifikasi penggunaan lahan. Pengolahan ini dilakukan dengan menggunakan Software ER Mapper 6.0.

Pada penelitian ini, kombinasi yang digunakan adalah citra komposit RGB-543. Hasil penelitian Asriningrum (2002) di daerah Bogor menunjukkan bahwa citra komposit RGB-543 merupakan hasil terbaik pada model daerah volkan di Bogor, karena menampilkan warna natural dengan kontras warna paling tegas dan jelas dalam menampilkan bentuk permukaan bumi.

Langkah selanjutnya adalah melakukan koreksi geometrik citra komposit RGB-543 terhadap Peta Topografi atau Peta Rupa Bumi. Koreksi geometrik dilakukan dengan mengidentifikasi *Ground Control Points* (GCP) pada citra asli dan pada peta topografi. Perhitungan *Root Mean Square* (RMS) menunjukkan keakuratan dari GCP.



Gambar (Figure) 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian (*Floechart of the Research Step*) (Modifikasi Janudianto, 2004)

2. Interpretasi Citra Landsat ETM+

Sebelum dilakukan proses interpretasi, terlebih dahulu dilakukan proses pemotongan citra (*cropping*) berdasarkan batas wilayah penelitian yang dilakukan dengan bantuan ER Mapper 6.0. Langkah selanjutnya interpretasi citra, dilakukan secara visual langsung pada monitor komputer (*on screen interpretation*).

Proses interpretasi dilakukan dengan membatasi daerah-daerah yang memiliki karakteristik unsur interpretasi yang berbeda. Hal ini menunjukkan adanya tipe penggunaan atau penutupan lahan. Penarikan batas penggunaan atau penutupan lahan dilakukan secara langsung melalui proses digitasi layar (*on screen digitizing*). Proses ini menghasilkan peta penggunaan/penutupan lahan sementara tahun 2003. Kedua proses ini dilakukan dengan bantuan *software* Arcview 3.2 beserta ekstensi Arcview Image Analysis 1.1.

3. Pengecekan Lapangan

Pengecekan lapangan dilakukan untuk mengecek kebenaran hasil interpretasi, terutama ditujukan pada obyek/daerah yang diduga berbeda atau mengalami perubahan dan terdeteksi pada saat menginterpretasikan data.

4. Koreksi Peta dan Penyesuaian Data

Hasilnya adalah peta penggunaan/penutupan lahan tahun 2003 yang memberikan informasi pola dan sebaran luas penggunaan/penutupan lahan di kawasan Puncak pada tahun tersebut. Langkah selanjutnya dilakukan proses *scanning* untuk mengubah peta penggunaan/penutupan lahan tahun 1995, 1997, 2001, dan 2003 yang masih berbentuk *hardcopy* (analog) menjadi data digital.

5. Keluaran

Hasil akhir dari proses interpretasi citra landsat ETM+ ini adalah peta digital penggunaan lahan tahun 1995, 1997, 2001 dan 2003, yang selanjutnya melalui operasi tumpang tindih dapat diketahui arah dan pola perubahan penggunaan lahannya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Jenis Penggunaan Lahan

Interpretasi citra landsat ETM+ dilakukan dengan melihat karakteristik dasar kenampakan masing-masing penggunaan/penutupan lahan pada citra yang dibantu dengan unsur-unsur interpretasi (Avery, 1992; Lillesand and Kiefer, 1987). Masing-masing penggunaan/penutupan lahan memiliki karakteristik unsur interpretasi yang unik. Penggunaan lahan (*land use*) dan penutupan lahan (*land cover*) merupakan dua istilah yang sering kali diberi pengertian sama, akan tetapi keduanya mempunyai pengertian yang berbeda. Menurut Lillesand dan Kiefer (1987), penggunaan lahan berhubungan dengan kegiatan manusia pada sebidang lahan, sedangkan penutupan lahan lebih merupakan perwujudan fisik obyek-obyek yang menutupi lahan tanpa mempersoalkan kegiatan manusia terhadap obyek-obyek tersebut. Dalam penelitian ini, jenis penutupan lahan yang diidentifikasi dari citra landsat akan dijadikan dasar untuk menginterpretasi jenis penggunaan lahan pada masing-masing penutupan lahan tersebut. Hasil penetapan jenis penggunaan lahan tersebut selanjutnya akan digunakan untuk mendeteksi perubahan penggunaan lahan. Proses interpretasi jenis penutupan lahan didasarkan pada kondisi citra secara visual dan kondisi lapangan yang diperoleh dari kegiatan pengecekan lapangan.

Deskripsi masing-masing jenis penutupan lahan di kawasan Puncak, hasil analisis citra landsat dan hasil pengamatan lapangan, dan juga hasil studi literatur adalah sebagai berikut:

1. Hutan

Hutan merupakan bentang lahan yang didominasi oleh pohon, yaitu berwarna hijau tua dengan tekstur yang khas (dengan tajuk yang rimbun dan besar serta lebat), dan juga memiliki sifat khas yang mampu memberikan perlindungan pada wilayah sekitar maupun bawahnya sebagai pengatur tata air, pencegahan banjir dan erosi serta mempertahankan keanekaragaman hayati (*biodiversity*). Hutan di dalam citra landsat ditemukan dengan bentuk dan pola yang tidak teratur dengan ukuran yang cukup luas, menyebar terkadang bergerombol, berwarna hijau tua sampai gelap dengan tekstur relatif kasar.

2. Kebun Teh

Kebun teh adalah bentang lahan yang ditumbuhi vegetasi teh secara homogen, tidak terdapat tanaman sela juga tidak terdapat vegetasi pepohonan. Kebun teh di dalam citra landsat ditemukan dengan warna hijau muda dan memiliki tekstur halus.

3. Kebun Campuran

Kebun campuran adalah bentang lahan yang ditanami dengan berbagai macam tanaman yang diatur secara spasial dan urutan temporal dengan jenis tanaman yang dominan berupa tanaman tahunan (Arsyad, 2000). Diantara tanaman tahunan terdapat juga berbagai jenis tanaman rendah atau tanaman semusim seperti ubi jalar, kacang tanah dan sebagainya. Kenampakan pada citra landsat, kebun campuran memiliki tekstur relatif kasar, berwarna hijau bercampur dengan sedikit magenta, bentuk dan pola memanjang di jumpai pada lembah dan sepanjang tanggul sungai, seringkali bercampur dengan pemukiman.

4. Pemukiman

Pemukiman adalah suatu pemanfaatan lahan yang ditutupi bangunan, baik berupa bangunan permanen maupun semi-permanen sehingga air hujan tidak jatuh langsung ke permukaan tanah. Termasuk kelompok pemanfaatan ini diantaranya adalah hunian tempat tinggal, perkantoran, sekolah, fasilitas umum, jalan dan industri. Pada citra pemukiman berwarna merah.

5. Ladang/Tegalan

Tegalan adalah lahan yang ditanami tanaman yang tidak memerlukan air yang banyak. Tanaman ini pengairannya tergantung pada curah hujan dan kapasitas lapang. Tanaman yang diusahakan biasanya tanaman yang berumur pendek (tanaman palawija dan sayuran). Dalam satu tahun apabila curah hujan memungkinkan dapat di tanam 3 kali tanam. Pada lahan yang curah hujannya kurang, hanya ditanam satu atau dua kali setahun. Ladang/tegalan di dalam citra, ditunjukkan dengan tekstur halus, hijau tua agak terang, bercampur dengan sedikit magenta dan kuning.

Jenis pemanfaatan lahan ini umumnya diolah dengan membuat guludan, dan ada yang menggunakan mulsa tradisional memotong kemiringan lereng untuk mengurangi erosi dan tidak merusak struktur tanah.

6. Semak

Semak adalah lahan yang ditumbuhi rerumputan, tanaman kecil yang ketinggiannya kurang dari 2 meter dan juga paku-pakuan serta tumbuhan menjalar. Tanaman ini cukup padat dan menutupi permukaan tanah sehingga dapat berfungsi sebagai penahan erosi dan mempertinggi resapan air (Arsyad, 2000). Semak belukar di dalam citra landsat menunjukkan tekstur yang relatif halus dari pada hutan, berwarna hijau lebih agak terang dibandingkan hutan.

7. Lahan Terbuka

Lahan terbuka adalah lahan yang tidak ada penutupan oleh vegetasi maupun bangunan seperti lapangan bola ataupun terdapat sedikit vegetasi. Hal seperti ini bila dibiarkan tanpa penutupan lahan oleh tanaman ataupun oleh rumput akan berakibat terjadinya erosi berupa pengikisan permukaan tanah yang dapat menimbulkan lahan menjadi kritis. Lahan terbuka pada citra landsat menunjukkan warna putih hingga merah jambu dengan tekstur halus.

8. Sawah

Sawah adalah lahan yang ditanami padi. Tanaman ini hanya dibudidayakan pada saat musim hujan karena jenis kegiatannya memerlukan air yang banyak (tetap tergenang). Oleh karena itu, curah hujan dan aliran permukaan yang berasal dari mata air sangat diperlukan untuk pengairan. Jenis penggunaan lahan sawah terdapat di sekitar aliran sungai (lembah) atau dataran alluvial. Lahan sawah pada saat musim kering banyak diusahakan untuk budidaya tanaman sayuran. Lahan sawah di daerah penelitian diusahakan hanya untuk keperluan konsumsi petani (untuk memenuhi kebutuhan keluarga), karena luas lahannya sempit. Kondisi fisik lahan untuk tanaman padi di daerah penelitian kurang mendukung dikarenakan sebagian besar (77,42%) wilayah berada pada ketinggian lebih dari 600 meter di atas permukaan laut dengan suhu udara kurang dari 21°C. Pada citra landsat, sawah/badan air menunjukkan tekstur kasar, warna hijau agak gelap bercampur dengan magenta dan biru.

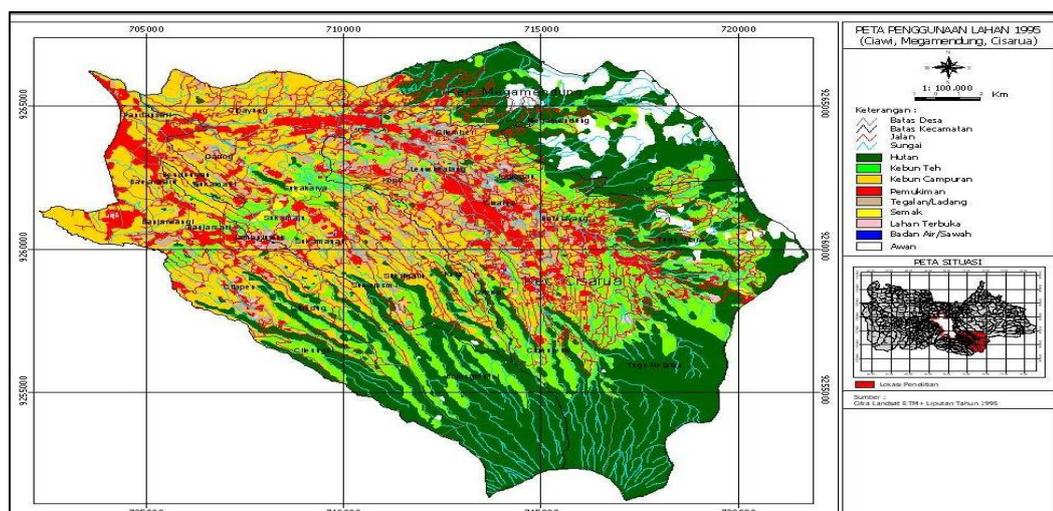
B. Evaluasi Akurasi

Pengujian ketelitian hasil klasifikasi dilakukan berdasarkan matrik kesalahan (Manalu, 2004), dimana diperoleh nilai keseluruhan ketelitian (*overall accuracy*) dan nilai kappa statistik. Nilai tersebut menunjukkan sejauh mana tepat atau tidaknya jenis tutupan yang diberi label (kelas) pada suatu posisi koordinat tertentu.

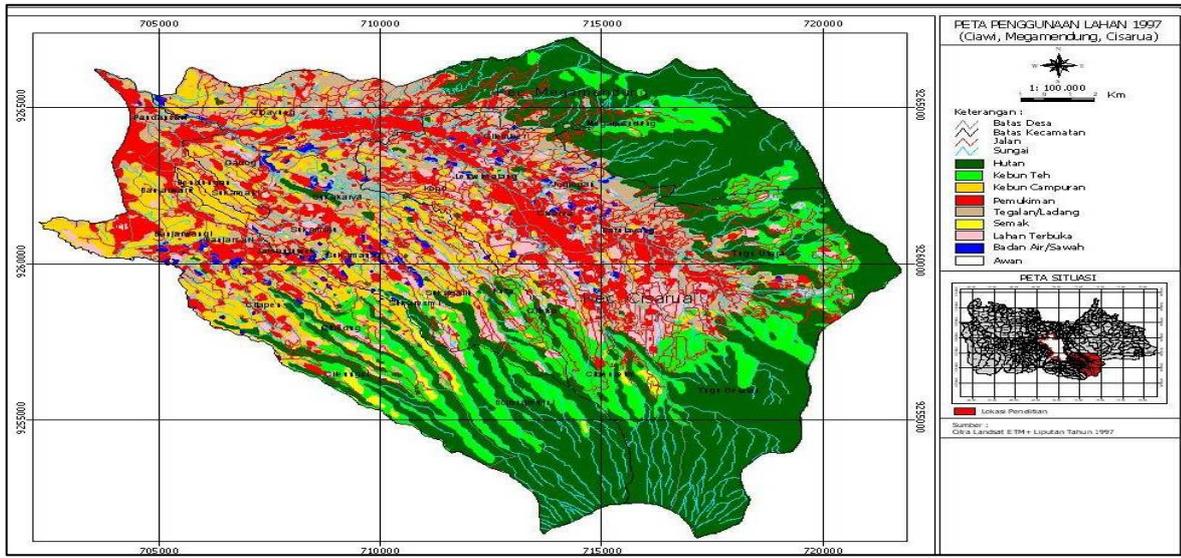
Berdasarkan uji ketelitian hasil klasifikasi tahun 1995, 1997, 2001 dan 2003 diperoleh nilai *overall accuracy* dan nilai kappa statistik masing-masing tahun 1995 : 91,98% dan 0,89, tahun 1997 : 90,78% dan 0,88, tahun 2001 : 90,04% dan 0,88 serta tahun 2003 : 92,31% dan 0,90. Dari nilai tersebut terlihat bahwa nilai masing-masing ukuran ketelitian untuk setiap data lebih besar dari 85% dengan demikian ketelitian klasifikasi tergolong sangat baik.

C. Pola Penggunaan Lahan

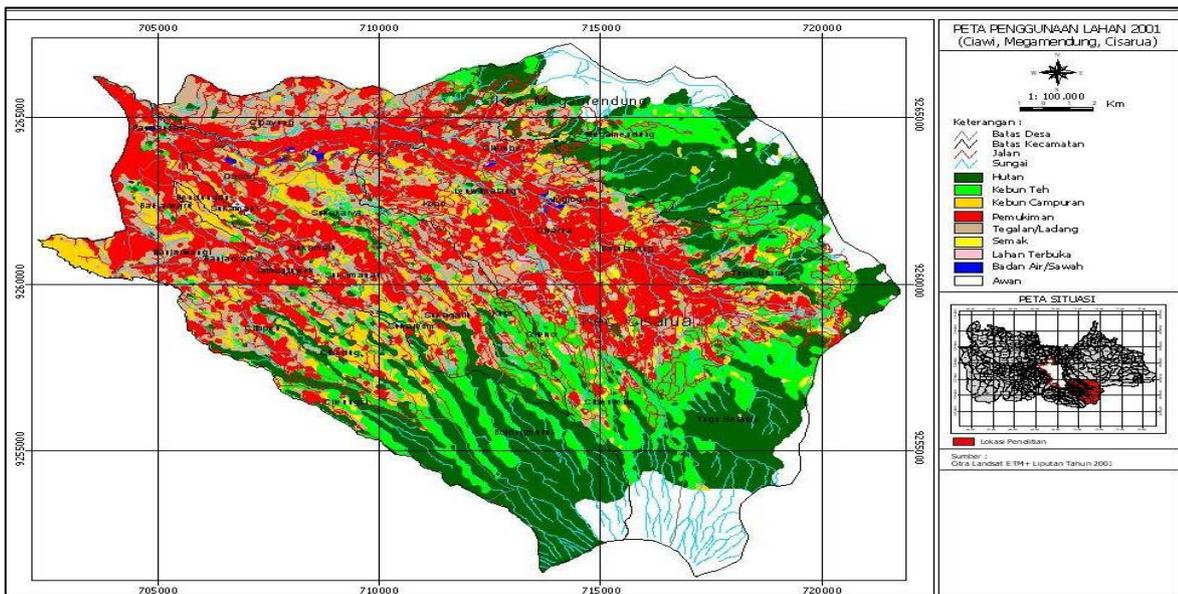
Penggunaan lahan di daerah penelitian hasil pengamatan citra landsat tahun 1995 - 2003, masing-masing digambarkan pada peta-peta penggunaan lahan tahun 1995, 1997, 2001, dan 2003 seperti terlihat pada Gambar, 2, 3, 4 dan 5. Berdasarkan peta-peta tersebut, daerah penelitian memiliki luas total 18.452,52 ha dengan delapan (8) tipe penggunaan lahan yaitu hutan, kebun teh, kebun campuran, pemukiman, tegalan/ladang, semak, lahan terbuka, badan air/sawah dan awan.



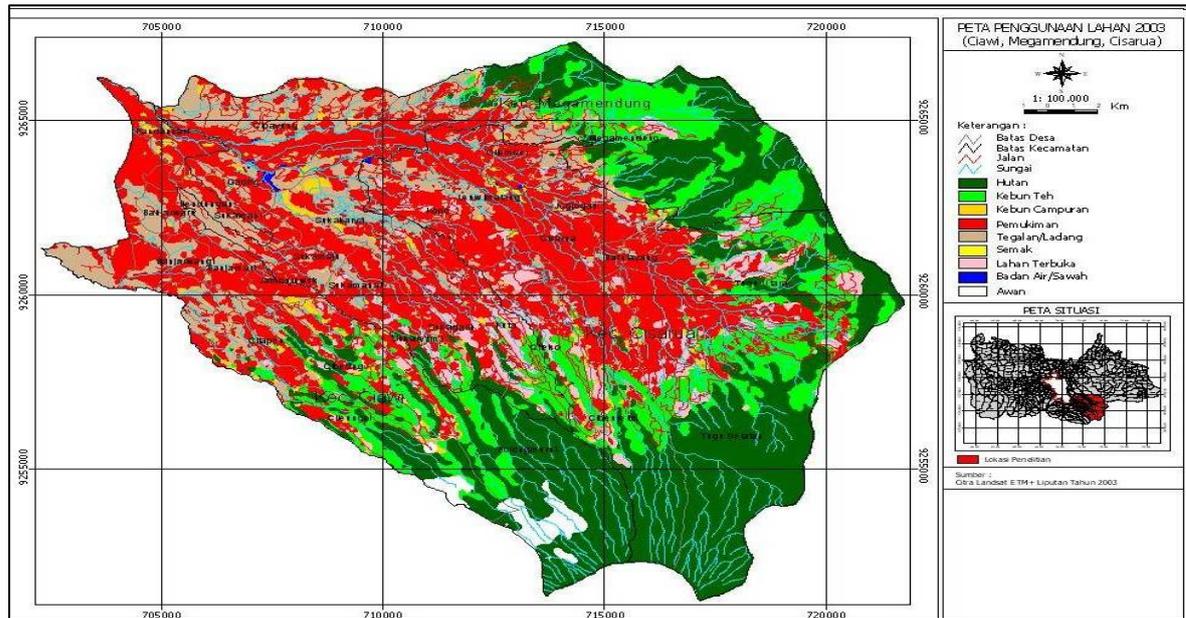
Gambar (Figure) 2. Peta Penggunaan Lahan Tahun 1995 Kawasan Puncak Kabupaten Bogor (*Land use map 1995 of Puncak Area, Bogor*)



Gambar (Figure) 3. Peta Penggunaan Lahan Tahun 1997 Kawasan Puncak Kabupaten Bogor (*Land use map 1997 of Puncak Area, Bogor*)



Gambar (Figure) 4. Peta Penggunaan Lahan Tahun 2001 Kawasan Puncak Kabupaten Bogor (*Land use map 2001 of Puncak Area, Bogor*)



Gambar (Figure) 5. Peta Penggunaan Lahan Tahun 2003 Kawasan Puncak Kabupaten Bogor (*Land use map 2003 of Puncak Area, Bogor*)

Data luas penggunaan/penutupan lahan di kawasan Puncak tahun 1995, 1997, 2001 dan 2003 disajikan pada Tabel 1.

Tabel (Table) 1. Luas Penggunaan Lahan di kawasan Puncak dari Tahun 1995 – 2003 (*Land use in Puncak Area 1995 – 2003*)

Penggunaan Lahan (<i>land use</i>)	1995		1997		2001		2003	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Hutan	6454,08	34,96	6611,67	35,83	4508,28	24,43	5180,85	28,07
Kebun Teh	3484,89	18,88	2468,79	13,38	2966,94	16,08	2886,39	15,64
Kebun Campuran	4733,64	25,64	2424,96	13,14	1928,97	10,45	445,32	2,41
Pemukiman	1621,89	8,79	2461,77	13,34	4439,43	24,06	5957,55	32,28
Tegalan/Ladang	1171,53	6,35	2881,8	15,62	2827,08	15,32	2713,32	14,70
Semak/Belukar	83,07	0,45	195,84	1,06	170,19	0,92	0,45	0,002
Lahan Terbuka	129,42	0,70	1150,02	6,23	115,74	0,63	1025,1	5,55
Sawah	3,42	0,02	257,67	1,40	36,54	0,20	19,71	0,11
Awan	779,31	4,22	0	0	1459,35	7,91	227,7	1,23
Jumlah	18452,52	100,00	18452,52	100,00	18452,52	100,00	18452,52	100,00

Hasil analisis citra pada keempat tahun pengamatan tersebut menunjukkan bahwa tutupan lahan di kawasan Puncak pada tahun 1995, 1997, dan 2001 didominasi oleh hutan, sedangkan pada tahun 2003 sudah didominasi oleh lahan pemukiman. Adanya perubahan urutan dan luasan penggunaan lahan ini menunjukkan bahwa telah terjadi perubahan penggunaan lahan yang relatif cepat. Hal ini akan memberikan pengaruh terhadap kelestarian dan produktivitas sumberdaya lahan, baik sebagai areal pertanian maupun yang berkaitan dengan fungsi hidrologis kawasan ini yang merupakan bagian hulu DAS Ciliwung. Konversi lahan yang cepat ke arah pemukiman dapat

ditunjukkan dengan warna merah pada peta yang semakin banyak seiring dengan berubahnya tahun. Dari gambar peta tersebut juga terlihat perubahan lahan banyak terjadi dikisaran kiri atas, hal ini dikarenakan daerah tersebut lebih dekat dengan aktivitas ekonomi ataupun lebih dekat dengan perkotaan, juga karena pengaruh topografi yang cenderung lebih datar. Secara umum Kawasan Puncak semakin tinggi ke arah selatan dan merupakan kawasan hutan konservasi Gunung Gede Pangrango, Gunung Megamendung, Gunung Kencana dan Gunung Halimun yang berstatus hutan negara, sehingga wilayah ini cenderung lebih lambat terjadi perubahan lahan. Urutan dominasi 8 tipe penggunaan lahan pada tahun 1995 – 2003 di kawasan Puncak tertera pada Tabel 2.

Tabel (Table) 2. Urutan dominasi 8 tipe penggunaan lahan pada tahun 1995-2003 di kawasan Puncak (*Doninancy of 8 types of land use in 1995 -2003 in Puncak Area*)

No	1995	1997	2001	2003
1.	Hutan / <i>forest</i>	Hutan	Hutan	Pemukiman
2.	Kebun campuran / <i>mix garden</i>	Tegalan/ladang	Pemukiman	Hutan
3.	Kebun the / <i>tea plantation</i>	Kebun teh	Kebun teh	Kebun teh
4.	Pemukiman / <i>settlement</i>	Pemukiman	Tegalan	Tegalan
5.	Tegalan / <i>dry land farm</i>	Kebun campuran	Kebun campuran	Lahan terbuka
6.	Lahan terbuka / <i>open land</i>	Lahan terbuka	Semak	Kebun campuran
7.	Semak / <i>shrub</i>	Sawah	Lahan terbuka	Sawah
8.	Sawah / <i>paddy field</i>	Semak	Sawah	Semak

Jenis penutupan lahan yang diidentifikasi sebagai perkebunan sebagian besar adalah kebun teh yang merupakan perkebunan milik perusahaan PT. Gunung Mas yang terbesar di kawasan Puncak Cisarua terutama di daerah Tugu Selatan, selebihnya kebun teh milik PT. Sumber Sari Bumi Pakuan/ PT. Perkebunan Teh Ciliwung yang tersebar di daerah Tugu Utara. Dari Tabel 2 terlihat bahwa kebun teh tidak mengalami perubahan urutan dominasi, walaupun secara luasan terjadi pengurangan. Pengurangan tersebut terjadi karena adanya konversi kebun teh menjadi tegalan dan pemukiman sebesar 598,50 ha. Berdasarkan pengamatan di lapangan, kebun teh yang dikonversi ke tegalan oleh sebagian petani penggarap kemudian diperjualbelikan dengan status oper alih garapan, yang dikemudian hari banyak berkembang menjadi lahan pemukiman. Pada dasarnya kebun teh cenderung lebih mudah dikonversi dibandingkan dengan hutan, karena proses *land clearing* kebun teh tingkat kesulitannya lebih rendah dibandingkan dengan hutan. Selain itu faktor kemudahan jalan menyebabkan lahan tersebut mudah untuk dijangkau, ditambah status perpanjangan HGU PT. Perkebunan Teh yang masih mengambang memberi kesempatan kepada oknum untuk mengkonversi lahan tersebut. Apabila laju pengurangan kebun teh tidak dapat ditekan, maka akan berdampak negatif terhadap lingkungan baik yang dirasakan oleh wilayah tersebut maupun wilayah hilirnya. Berdasarkan hasil konfirmasi lapangan, warga sekitar kebun teh sudah merasakan mulai berkurangnya sumber air, seiring dengan banyaknya kebun teh yang terkonversi menjadi penggunaan lainnya seperti villa. Seperti halnya hutan, keberadaan kebun teh juga harus dipertahankan karena mempunyai peran yang khas yaitu sebagai pengatur tata air, pencegahan banjir dan erosi. Pohon teh mempunyai sifat perakaran yang dalam, akar serabut panjang, dan kerapatan akar tinggi, sehingga baik untuk tindakan konservasi tanah dan air yaitu sebagai pencegah erosi.

Selanjutnya dari Tabel 1 terlihat bahwa jenis penutupan lahan berupa kebun campuran dan tegalan memiliki luasan yang cukup dominan. Pada tahun 2003 kebun campuran mengalami penurunan yang nyata yaitu menjadi 2.713,32 ha (14,70%) yang diakibatkan oleh meluasnya pembangunan pemukiman. Kebun campuran ditanami dengan berbagai macam tanaman yang diatur secara spasial dan urutan temporal. Jenis tanaman yang dominan adalah tanaman tahunan. Sehingga

keberadaannya sama dengan hutan dan kebun teh yang harus dipertahankan untuk menjaga tata air di kawasan Puncak sehingga frekwensi kejadian banjir di kawasan hilirnya dapat ditekan.

Penutupan lahan yang diidentifikasi sebagai areal terbangun dan ditetapkan sebagai penggunaan lahan pemukiman ataupun permukiman, memanjang dari barat ke timur yang terkonsentrasi di sepanjang jalan utama (dari jalan raya Ciawi hingga jalan raya Puncak). Luas jenis penggunaan lahan ini pada tahun 1995 seluas 1.621,89 ha (8,79%), tahun 1997 seluas 2.461,77 ha (13,34%) atau hampir mencapai duakali lipat dari tahun sebelumnya, dan pada tahun 2001 menjadi seluas 4.439,43 ha (24,06%), sedangkan pada tahun 2003 luas lahan pemukiman sudah mencapai luas 5.957,55 ha (32,28%) atau sudah mencapai sepertiga dari luas keseluruhan daerah penelitian. Adanya penambahan pemukiman yang berlangsung dengan cepat di kawasan Puncak mengakibatkan bertambahnya daerah kedap air sehingga mengurangi daya serap atau infiltrasi air ke dalam tanah. Apabila perluasan areal pemukiman tidak dapat dikendalikan maka setiap terjadi curah hujan yang cukup besar intensitasnya maka dapat lebih meningkatkan nilai debit maksimum dan sebaliknya bila curah hujan rendah debit minimum akan semakin turun. Hal tersebut dapat ditunjukkan dengan fakta bahwa curah hujan di Sub DAS Ciliwung Hulu dari tahun 1995 – 2003 cenderung turun, namun debit maksimum cenderung meningkat begitu pula dengan selisih debit maksimum minimum (Lisnawati, 2006). Kondisi seperti tersebut dapat menjadi indikasi berkurangnya fungsi kawasan Sub DAS Ciliwung Hulu sebagai kawasan lindung dan wilayah peresapan air.

Jenis penutupan lahan lainnya adalah sawah dan atau badan air. Penutupan lahan berupa lahan pertanian sawah beririgasi ditemukan tersebar di sekitar aliran sungai khususnya yang melintas di Kecamatan Cisarua seperti di desa Jogjogan dan desa Gadog di Kecamatan Megamendung. Sedangkan pertanian padi lahan kering tersebar di dekat lokasi pemukiman penduduk. Jenis pertanian tersebut diusahakan penduduk hanya untuk keperluan konsumsi petani (untuk memenuhi kebutuhan keluarga) seperti di Desa Batulayang Kecamatan Cisarua dan Desa Sukakarya Kecamatan Megamendung. Jenis penggunaan lahan sawah ditanami secara tumpang sari dan berotasi dengan tanaman palawija lain seperti jagung atau dengan jenis tanaman legum. Sedangkan badan air yang diidentifikasi di lokasi tersebut adalah aliran sungai, situ dan kolam.

Jenis tutupan lahan lainnya adalah semak belukar dan tanah terbuka. Luas tutupan semak untuk tahun 1995 seluas 83,07 ha (0,45%), tahun 1997 seluas 195,84 ha (1,06%), tahun 2001 seluas 170,19 ha (0,92%) dan pada tahun 2003 hanya seluas 0,45 ha (0,002%). Pada tahun 2003 keberadaan lahan semak sudah sulit ditemukan, hal ini menunjukkan bahwa semakin intensifnya pemanfaatan lahan sehingga jarang ditemui lagi lahan tidur. Sedangkan untuk jenis lahan terbuka memiliki luasan masing-masing 129,42 ha (0,70%) pada tahun 1995; 1.150,02 ha (6,23%) pada tahun 1997; 115,74 ha (0,63%) pada tahun 2001; dan 10.251,1 ha (5,55%) pada tahun 2003. Jenis tutupan lahan semak dan lahan terbuka adalah lahan yang sementara diberakan untuk dimanfaatkan menjadi lahan pertanian atau dialihfungsikan menjadi areal terbangun (pemukiman/villa).

IV. KESIMPULAN

1. Terdapat delapan tipe penggunaan lahan utama di Kawasan Puncak yaitu : hutan, kebun teh, kebun campuran, pemukiman, tegalan, semak, lahan terbuka dan sawah.
2. Antara tahun 1995 sampai 2003 telah terjadi perubahan penggunaan lahan menonjol di Kawasan Puncak yaitu terjadi pengurangan luasan hutan sebesar 6,90%, dan penambahan luas lahan pemukiman sebesar 23,5% dari total luas kawasan Puncak di Kabupaten Bogor.

3. Pada tahun 2003, luas penggunaan lahan untuk pemukiman sudah menempati peringkat teratas dibandingkan dengan penggunaan lahan lainnya yaitu sebesar 32,28%, kemudian berturut-turut hutan (28,07%), kebun teh (15,64%), tegalan (14,7%) dan sisanya penggunaan lahan lainnya.
4. Telah terjadi perubahan pola penggunaan lahan dari pola penggunaan lahan yang tertutup vegetasi ke pemukiman.

DAFTAR PUSTAKA

- Aronoff, S. 1989. *Geographic Information System: A Management Perspective*. Ottawa, Canada: WDL Publications.
- Arsyad, S. 2000. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press. Bogor.
- Asriningrum, W. 2002. *Studi Kemampuan Landsat ETM⁺ untuk Identifikasi Bentuk Lahan (Landform) di Daerah Jakarta-Bogor*. Tesis S2. Bogor: Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Avery, T.E. 1992. *Fundamental of Remote Sensing and Air-Photo Interpretation*, 5th Ed. New Jersey : Prentice-Hall, Upper Sadle River.
- [Bakosurtanal] Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional. 1998. *Peta Rupa Bumi Cisarua [Peta Topografi] (Ed. I) 1209-142*. Skala 1:25000. Bogor.
- [Bakosurtanal] Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional. 1999. *Peta Rupa Bumi Ciawi [Peta Topografi] (Ed. I) 1209-141*. Skala 1:25000. Bogor.
- [BPS] Biro Pusat Statistik. 2000. *Data Potensi Desa Jawa Barat*. Jakarta.
- Janudianto. 2004. *Analisis Perubahan Penggunaan/Penutupan Lahan dan Pengaruhnya terhadap Debit Maksimum-Minimum di Sub DAS Ciliwung Hulu*. Skripsi. IPB.
- Lillesand, T.M, dan R.W. Kiefer. 1997. *Pengindraan Jauh dan Interpretasi Citra*. Cetakan Ketiga. Yogyakarta: Gajah Mada university Press.
- Manalu, J. 2004. *Kajian Deteksi Perubahan Penutup Lahan Berdasarkan Citra Beda Waktu*. Tesis. Pasca Sarjana. IPB.
- Lisnawati, Y. 2006. *Analisis Perubahan Penggunaan Lahan dan Pengaruhnya terhadap Debit Sungai dan Daya Dukung Lahan di Kawasan Puncak Kabupaten Bogor*. Tesis. Pasca Sarjana. IPB.