Jurnal Manajemen Hutan Tropika Vol. IX No. 2 : 63-77 (2003) Artikel (Article)

IDENTIFIKASI DAN PEMETAAN LAHAN KRITIS MENGGUNAKAN TEKNIK PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFI

Identification and Mapping of Critical Landusing Remote Sensing Technique and Geographycal Information System

I MADE PARSA[1)], UUP S. WIRADISASTRA[2)], HIDAYAT PAWITAN[3)]

ABSTRACT

The objective of this research is to develop remote sensing and GIS techniques with hydrological approach for critical land identification and mapping. This research was done by weighting method using three variables, i.e., slope, runoff curve number and percent land cover derived from digital and visual analysis techniques. Critical land identification was known by integrating Runoff Curve Number resulted from combination of land use and Hidrological Soil Group, Slope and Percent Land Cover. Land use and Percent Land Cover information were derived from Landsat data, while Hidrological Soil Group results were from 1:50000 soil type map, and slope was from 1;25000 scale of topographic map. Critical land modelling was done using three parameters, slope, runoff Curve Number and percent land cover. This research examined thirteen a, b and c combinations. Mapping accuracy of the model was evaluated using erosion hazard based on USLE formula: A=RKLSCP. The study shows that remote sensing data can be used to produce land use/land cover for curve number prediction and land cover percent as critical land identicication and mapping variables, having accuracy of 62, 59 percent.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Identifikasi dan pemetaan lahan kritis sangat penting dilakukan untuk perencanaan dan penentuan daerah aliran sungai (DAS) prioritas (yang mengalami kerusakan paling parah) dalam rangka pemanfaatan dan pengembangan sumberdaya alam serta Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah (RLKT) (Departemen Kehutanan, 1994). Kegiatan ini biasanya dilakukan dengan survei terestrial, hanya saja mempunyai kelemahan karena membutuhkan waktu yang cukup lama dan sulitnya menjangkau daerah-daerah yang sulit didatangi. Oleh karena itu untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan cara alternatif identifikasi dan pemetaan lahan kritis, misalnya dibantu dengan memanfaatkan data penginderaan jauh. Balai RLKT melakukan identifikasi dan pemetaan lahan kritis menggunakan beberapa kriteria dengan sejumlah parameter yang berbeda-beda antara kawasan lindung (penutupan lahan, lereng, erosi, manajemen), kawasan budidaya

---

[1)] Peneliti pada Pusat Pengembangan Pemanfaatan dan Teknologi Penginderaan Jauh-LAPAN
[2)] Kepala Lab. Penginderaan Jauh dan Kartografi Jurusan Tanah IPB
[3)] Jurusan Agrometeorologi-FMIPA-IPB

pertanian (produktivitas, lereng, erosi, batu-batuan, manajemen) maupun kawasan di luar hutan (vegetasi permanen, lereng, erosi dan manajemen). Selama ini kebenaran informasi lahan kritis yang dihasilkan seringkali sulit dibuktikan di lapangan.

Identifikasi lahan kritis aktual pada Sub-DAS yang mempunyai proporsi lahan kritis yang tinggi adalah prioritas dari kegiatan perencanaan penghijauan. Daerah yang miskin vegetasi dan berlokasi pada lahan yang miring (terain berbukit dan pegunungan) yang diidentifikasi dari citra satelit mengindikasikan kondisi kritis yang aktual. Secara umum lahan kritis aktual diasosiasikan dengan reflektansi yang rendah pada citra satelit, ini berarti bahwa pada citra komposit warna alami (true colour) daerah yang mempunyai kenampakan merah terang (cerah) mengindikasikan miskin vegetasi dan biomassa atau kondisi lahan terbuka. Identifikasi lahan kritis aktual adalah didasarkan kombinasi hasil interpretasi citra satelit dan pengecekan lapangan (Kucera, 2000).

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk membangun model untuk identifikasi dan pemetaan lahan kritis menggunakan teknik penginderaan jauh dan SIG.

METODE PENELITIAN

Lokasi

Penelitian ini dilakukan di Sub-DAS Cikapundung-Citarum, yang secara administrasi termasuk dalam wilayah Kabupaten Bandung, Jawa Barat, dengan luas sekitar 9155,51 hektar. Secara geografis lokasi penelitian terletak pada posisi antara 6º 43´ LS dan 7º 01´ LS; dan antara 107º 31´ BT dan 107º 4´ BT.

Data, Perangkat Lunak dan Perangkat Keras

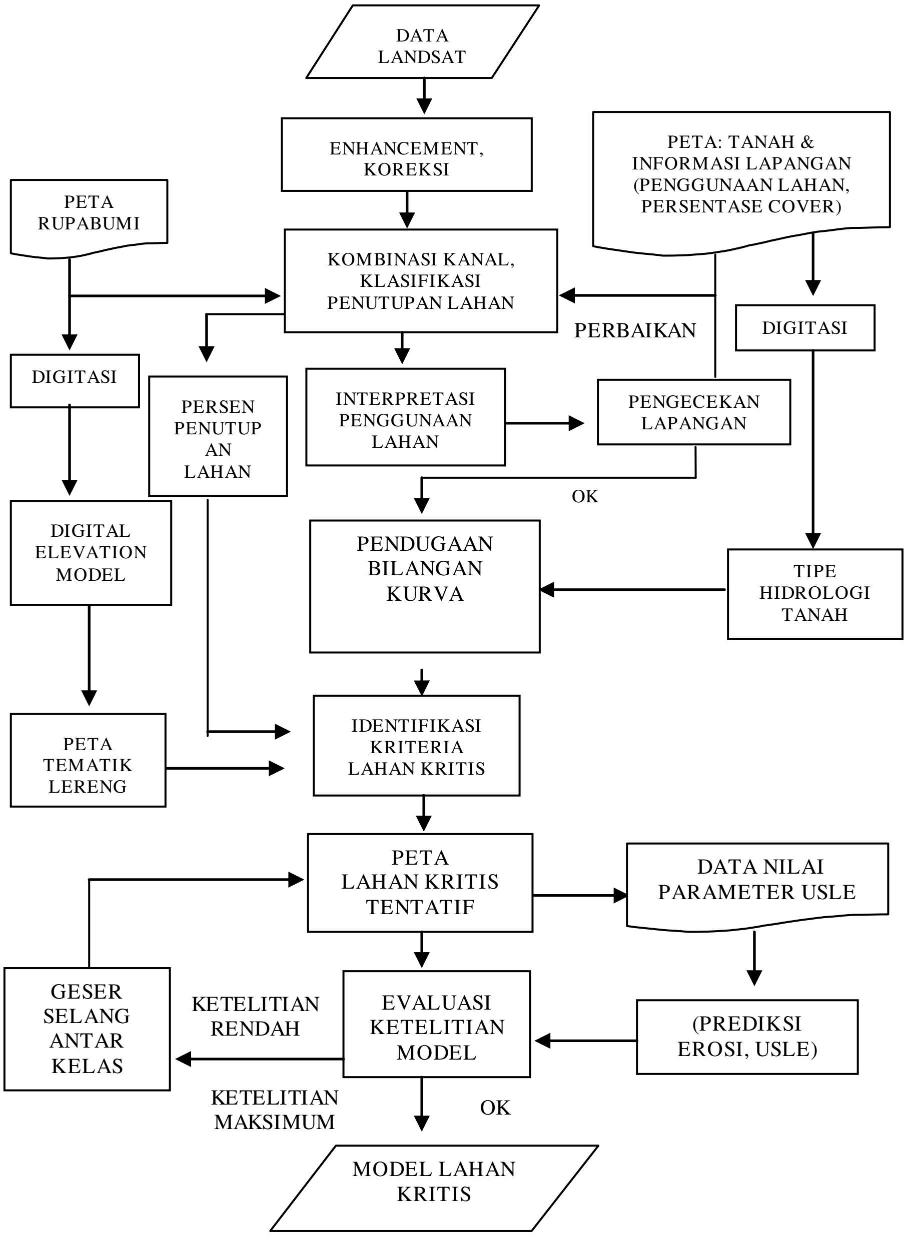
Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas:

1. Landsat-7, path/raw 122/65 yang direkam tanggal 26 Juni 2001 diperoleh dari Pusat Data Inderaja LAPAN Jakarta.
2. Peta tanah semi detil DAS Citarum Hulu, Kabupaten Bandung, Jawa Barat, skala 1:50.000 yang diperoleh dari Puslitanak, Bogor.
3. Peta Rupabumi/kontur lembar 1209-311 hingga 1209-1314, skala 1:25.000 yang diperoleh dari Bakosurtanal.

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini antara lain seperangkat komputer PC, Scanner, meja digitasi, yang dilengkapi dengan fasilitas pengolahan data (perangkat lunak) Erdas Imagine 8.3.1, ER Mapper 5.5, ArcView GIS 3.2, ArcInfo versi 3.50, Surfer versi 6.04 serta peralatan survey dan lain-lain.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pembobotan dengan teknik pengolahan dan analisis data secara digital dan visual. Secara umum pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan sebagaimana diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir pelaksanaan penelitian

Pemasukan Data

Proses digitasi dilakukan terhadap peta jenis tanah skala 1:50.000 dan peta rupabumi/kontur skala 1:25.000 sehingga menghasilkan peta jenis tanah dan peta kontur digital. Peta jenis tanah digunakan untuk klasifikasi tipe hidrologi tanah berdasarkan teksturnya, sedankan peta kontur digunakan untuk membuat Digital Elevation Model (DEM) untuk kemudian dikonversi kedalam bentuk raster kelas lereng lahan. Kelas lereng lahan diberikan skor yang berkisar 1-10 dengan ketentuan bahwa semakin curam kelas lereng lahan skornya semakin kecil.

Klasifikasi Citra

Citra Landsat-ETM+ path/raw 122/65 rekaman tanggal 26 Juni 2001 diklasifikasi menjadi delapan kelas penutupan lahan yang mengacu kepada klasifikasi Bakosurtanal sampai tingkat 2-3 sebagai berikut: Hutan alam/Vegetasi Rapat, Hutan pinus/Vegetasi sedang, Perkebunan/Vegetasi jarang, Pertanian, Semak-belukar, Rumput, Pemukiman, Lahan terbuka. Klasifikasi penutupan lahan dilakukan menggunakan teknik klasifikasi terbimbing (supervised classification) dengan metode maximum likelihood, yaitu metode yang didasarkan atas peluang maksimum dari suatu titik yang telah ditentukan pada suatu kelas tertentu. Selanjutnya dengan menggunakan peta penggunaan lahan dan hasil pengamatan lapangan sebagai referensi dilakukan reklasifikasi kelas penutup/penggunaan lahan menjadi kelas penutup/penggunaan lahan model Soil Conservation Service (SCS) sebagai berikut: Hutan baik, Hutan sedang, Hutan rusak, Pertanian dengan konservasi, Pertanian tanpa konservasi, Padang rumput, Pemukiman pertanian, Pemukiman nonpertanian dan Lahan terbuka.

Reklasifikasi tersebut samasekali tidak berkaitan dengan terminologi klasifikasi di bidang kehutanan, tetapi dilakukan dengan memperhatikan kondisi dan tingkat penutup lahan pada setiap kelas penggunaan lahan hasil pengamatan lapangan sehingga memungkinkan untuk mengadopsi model SCS. Selain itu hasil pengamatan lapangan tersebut juga digunakan untuk mengklasifikasi persentase penutup lahan. Kelas penutupan lahan tersebut diberikan skor antara 1-10 dengan ketentuan bahwa semakin kecil persentase penutup lahan skornya semakin kecil.

Pendugaan Bilangan Kurva Aliran Permukaan

Langkah penentuan Bilangan Kurva dari model SCS adalah dengan menggabungkan data digital tipe hidrologi tanah dengan data digital penggunaan lahan. Selanjutnya untuk memperoleh nilai Bilangan Kurva (BK) harus dilakukan penambahan item yang nilainya berpedoman pada Tabel 1. Kisaran nilai BK adalah 0 hingga 100 dan dikelompokkan menjadi sepuluh kelas dengan interval yang sama yaitu 10.

Tabel 1. Bilangan kurva aliran permukaan beberapa jenis penggunaan lahan

Penggunaan tanah/perlakuan/kondisi hidrologi		Kelompok hidrologi tanah			
		A	B	C	D
Hutan	Baik	25	55	70	77
	Sedang	36	60	73	79
	Rusak	45	66	77	83
Rumput	Baik (>75%)	39	61	74	80
	Sedang (50-75%)	49	69	79	84
	Rusak (<50%)	68	79	86	89
Tanah Pertanian dengan perlakuan konservasi		62	71	78	81
Tanah Pertanian tanpa perlakuan konservasi		72	81	88	91
Pemukiman pertanian		59	74	82	86
Pemukiman nonpertanian		77	85	90	92
Tanah bera/lahan terbuka		77	86	91	94

Sumber: Arsyad, (1989); Schwab, et al., (1981), dan Wanielista, (1990)

Analisis dan Simulasi Pemodelan Lahan Kritis

Pemodelan untuk menentukan Indeks Kekritisan Lahan dilakukan menggunakan formula umum sebagai berikut:

$$\text{IKL} = \{(a \times L) + (b \times BK) + (c \times P)$$

dengan IKL = Indeks Kekritisan Lahan, L = Lereng lahan, BK = Bilangan Kurva aliran permukaan, P = Persentase penutup lahan serta a, b, c adalah koefisien untuk L, BK dan P. Nilai koefisien yang digunakan dalam simulasi disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Nilai koefisien yang digunakan dalam simulasi

Model	Nilai koefisien		
	a	b	c
K0	0,33	0,33	0,33
K1	0,60	0,30	0,10
K2	0,60	0,10	0,30
K3	0,50	0,40	0,10
K4	0,50	0,10	0,40
K5	0,30	0,60	0,10
K6	0,10	0,60	0,30
K7	0,40	0,50	0,10
K8	0,10	0,50	0,40
K9	0,30	0,10	0,60
K10	0,10	0,30	0,60
K11	0,40	0,10	0,50
K12	0,10	0,40	0,50

Kelas lereng lahan dibedakan menjadi sembilan kelas dan masing-masing diberikan skor seperti dalam Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi dan skoring kelas lereng lahan

No.	Kelas lereng (%)	Skor
1	0-3	9,9
2	4-8	8,8
3	9-15	7,7
4	16-30	6,6
5	31-45	5,5
6	46-60	4,4
7	61-80	3,3
8	81-100	2,2
9	>100	1,1

Nilai BK dikelaskan menjadi sepuluh kelas dengan jarak yang sama yaitu 10 dan diberikan skor antara 1-10 dengan ketentuan bahwa semakin besar nilai BK maka skornya semakin kecil. Selengkapnya klasifikasi dan skoring nilai BK disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi dan skoring nilai BK

Kelas BK	Nilai BK	Skor
1	0-10	10
2	11-20	9
3	21-30	8
4	31-40	7
5	41-50	6
6	51-60	5
7	61-70	4
8	71-80	3
9	81-90	2
10	91-100	1

Sementara itu, persentase penutupan lahan dibedakan menjadi lima kelas dan diberikan skor seperti dalam Tabel 5.

Tabel 5. Klasifikasi dan skoring persentase penutupan lahan

Penutup lahan	Persentase penutupan lahan	Skor
Hutan baik	81-100 %	5
Hutan sedang	61-80 %	4
Hutan rusak, Pertanian konservasi	41-60 %	3
Pertanian tanpa konservasi, Padang rumput	21-40 %	2
Pemukiman tani, Pemukiman non-tani, Lahan terbuka	0-20 %	1

Evaluasi Model

Evaluasi hasil pemodelan dilakukan dengan membandingkan hasil setiap model (berbasis peta lahan kritis) dengan peta tingkat bahaya erosi hasil perhitungan menggunakan rumusan yang dikembangkan oleh Smith dan Wischmeier yang dikenal sebagai Universal Soil Loss Equation (USLE) sehingga diketahui tingkat ketelitian pemetaan pada setiap model. Rumusan erosi menurut USLE tersebut adalah sebagai berikut:

$$A = R.K.L.S.C.P$$

dimana A = besarnya kehilangan tanah per satuan luas lahan
R = faktor erosivitas curah hujan
K = faktor erodibilitas tanah
L = faktor panjang kemiringan lereng
S = faktor gradien kemiringan lereng
C = faktor pengelolaan
P = faktor konservasi tanah

Rumusan tersebut telah digunakan sebagai pedoman dalam pemetaan Tingkat Bahaya Erosi dan telah diterapkan dalam program RLKT (Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah) Daerah Aliran Sungai sehingga nilai-nilai parameter yang digunakan telah tersedia (Departemen Kehutanan, 1994). Namun demikian dalam hal ini dilakukan beberapa modifikasi karena ada data/nilai parameter yang dipandang telah tidak sesuai lagi. Modifikasi tersebut dilakukan terhadap nilai parameter berikut:

1. Nilai R (erosivitas hujan) di daerah penelitian yang dibangun berdasarkan data curah hujan 5 stasiun selama 5 tahun hanya berkisar 1125-1625 mm/tahun diganti dengan data yang dibangun berdasarkan data curah hujan di Jawa Barat selama 10-30 tahun yaitu 1300-2500 mm/tahun.
2. Nilai C disesuaikan dengan mempertimbangkan kelas penggunaan lahan sesuai dengan hasil klasifikasi Landsat yang telah diverifikasi.
3. Nilai faktor LS disesuaikan dengan kelas lereng yang digunakan dalam penelitian ini

Ketelitian pemetaan ditingkatkan dengan merubah selang antar kelas kekritisan lahan menggunakan teknik trial and error (coba-coba) sampai diperoleh tingkat ketelitian yang maksimum

HASIL DAN PEMBAHASAN

Informasi Kelas Lereng Lahan

Klasifikasi kelas lereng lahan dibuat menjadi sembilan kelas dan diberikan skor yang berkisar 1-10 dengan ketentuan bahwa semakin curam kelas lereng lahan skornya semakin kecil seperti dalam Tabel 3.

Informasi Tipe Hidrologi Tanah

DAS Cikapundung terdiri atas delapan jenis (famili) tanah, selain itu terdapat juga dua lokasi dengan karakteristik yang unik yang dipisahkan dalam famili tersendiri yaitu areal perumahan dan singkapan batu gamping, dimana keduanya diasumsikan mempunyai infiltrasi yang kecil. Jenis tanah tersebut dikelompokkan kedalam beberapa jenis tipe hidrologi tanah seperti disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Jenis tanah, kelas tekstur, permeabilitas dan Tipe Hidrologi Tanah di subDAS Cikapundung

No.	Jenis tanah	No SPT	Permeabilitas tanah	Kelas tekstur	Tipe hidrologi tanah
1.	Eutric Hapludands	25	Lambat-sedang	Lempung berpasir	B
2.	Aquic Eutropepts	11	Terhambat-lambat	Liat	C
3.	Cumulic Hapludolls	40	Baik-agak cepat	Liat	C
4.	Thaptic Hapludands	23	Baik-agak cepat	Lempung	C
5.	Troportens	66	Baik-agak lambat	Liat berdebu	C
6.	Typic Hapludalf	58	Baik-agak lambat	Liat	C
7.	Typic Hapludands	32	Baik-cepat	Lempung berpasir	B
8.	Typic Humitropeps	20	Baik-agak cepat	Lempung berpasir	B
9.	Singkapan Batu Gamping	100	Jelek-sangat lambat	-	D
10.	Kota Bandung	102	Jelek-sangat lambat	-	D

Sumber: Peta Jenis tanah 1:50.000, 1993 dan Wanielista, 1990

Informasi Penutup dan Penggunaan Lahan

Data Landsat diklasifikasi menjadi delapan kelas penutupan lahan, yaitu (1) Hutan alam/Vegetasi Rapat, (2) Hutan pinus/Vegetasi sedang, (3) Perkebunan/Vegetasi jarang (4) Pertanian, (5) Semak-belukar, (6) Rumput, (7) Pemukiman, (8) Lahan terbuka. Hasil pengecekan lapangan menunjukkan bahwa rata-rata tingkat ketelitian klasifikasi hanya 71,5 persen. Hasil klasifikasi tersebut perlu diperbaiki dengan melakukan editing.

Pendugaan Bilangan Kurva Aliran Permukaan

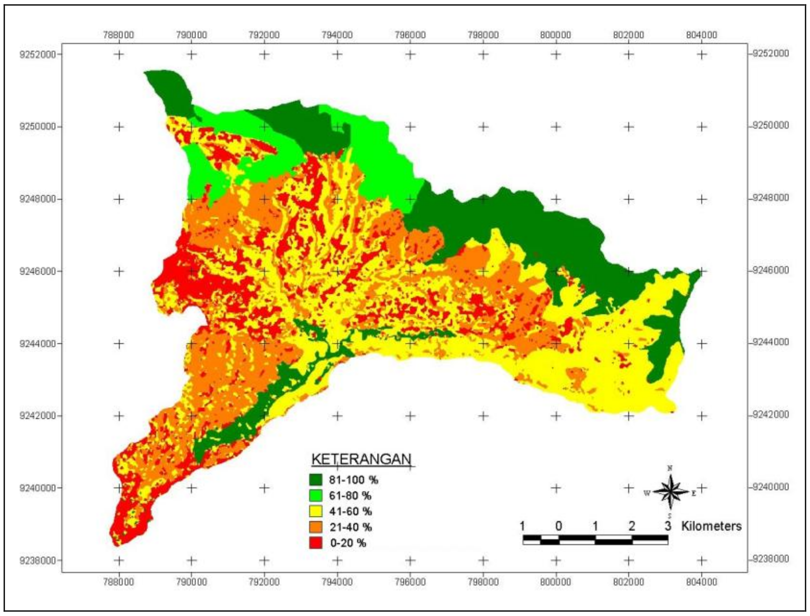
Sementara itu agar dapat mengadopsi metode SCS untuk menduga nilai bilangan kurva aliran permukaan, maka hasil klasifikasi penutupan lahan direklasifikasi menjadi penggunaan lahan (SCS) yang didasarkan atas penggunaan lahan dan informasi lapangan (tingkat penutupan lahan) dan samasekali tidak ada kaitannya dengan terminologi klasifikasi di bidang kehutanan. Reklasifikasi tersebut adalah sebagai berikut: (1) Hutan/Vegetasi rapat dibagi menjadi dua yaitu Hutan Alam menjadi Hutan Baik (mempunyai tingkat penutupan lahan yang paling tinggi) dan Hutan Pinus menjadi Hutan Sedang (tingkat penutupan lahan yang lebih rendah karena jenis daun jarum), (2) Perkebunan (kina) yang dalam budidayanya panen dilakukan dengan memangkas batang/ranting sehingga tajuk tidak pernah menutupi seluruh areal perkebunan, demikian juga halnya dengan semak-belukar yang hanya merupakan tanaman perdu yang tidak beraturan dengan ketinggian kurang dari dua meter dikelaskan menjadi Hutan Rusak.

Pertanian dibagi menjadi dua yaitu (4) Pertanian dengan konservasi, yang terdiri atas pertanian basah dan pertanian kering di lahan datar umumnya diusahakan secara intensif (sepanjang tahun) dan telah menerapkan usaha konservasi (terasering dan pemakaian mulsa) dengan cukup baik dan (5) Pertanian tanpa konservasi merupakan pertanian tanah kering di daerah berlereng yang umumnya hanya diusahakan pada musim penghujan saja sedangkan saat musim kering tidak diusahakan sehingga sebagian besar lahan tidak tertutup vegetasi, (6) Padang rumput, Pemukiman dibagi menjadi dua yaitu (7) Pemukiman pertanian merupakan pemukiman yang terdapat di daerah pedesaan dan (8) Pemukiman nonpertanian merupakan pemukiman yang terdapat di daerah perkotaan, (9) Lahan terbuka tetap menjadi lahan terbuka.

Hasil reklasifikasi penutupan lahan tersebut kemudian ditumpangsusun dengan tipe hidrologi tanah sehingga diperoleh nilai-nilai pendugaan Bilangan Kurva aliran permukaan yang mengacu pada Tabel 1.

Informasi Persentase Penutupan Lahan

Hasil klasifikasi penutup lahan direklasifikasi menjadi persentase penutup lahan berdasarkan atas hasil pengamatan lapangan. Persentase penutup lahan ini dikelompokkan menjadi lima kelas dengan berpedoman pada hasil pengamatan lapangan terhadap kelas penutup/penggunaan lahan. Hutan baik (hutan alam) diberikan nilai penutupan 81-100 % karena kondisi hutan masih alami dan belum mengalami kerusakan. Hutan sedang (pinus) diberikan nilai penutupan 61-80 % mengingat karakter yang spesifik dari pinus yaitu mempunyai daun jarum sehingga sebagian areal hutan tidak tertutup oleh vegetasi. Hutan rusak (perkebunan, semak dan pertanian konservasi) diberikan nilai penutupan 41-60 % dengan beberapa pertimbangan yaitu bahwa perkebunan kina yang dalam budidayanya panen dilakukan dengan memangkas batang/ranting sehingga tajuk tidak pernah menutupi seluruh areal perkebunan. Sementara itu semak-belukar yang hanya merupakan tanaman perdu yang tidak beraturan dengan ketinggian kurang dari dua meter, sedangkan pertanian konservasi (pertanian basah dan pertanian kering di lahan datar) umumnya diusahakan secara intensif (sepanjang tahun) dan telah menerapkan usaha konservasi (pemakaian mulsa) dengan cukup baik. Pertanian tanpa konservasi dan padang rumput diberikan nilai penutupan 21-40 % karena pertanian kering di daerah berlereng tersebut umumnya hanya diusahakan pada musim penghujan saja sedangkan saat musim kering tidak diusahakan sehingga sebagian besar lahan tidak tertutup vegetasi, demikian juga halnnya dengan padang rumput hanya tertutup saat musim penghujan saja. Pemukiman (pertanian maupun nonpertanian) dan lahan terbuka diberikan nilai penutupan 0-20 % karena baik pemukiman maupun lahan terbuka umumnya mempunyai penutupan/vegetasi yang sangat rendah. Secara spasial klasifikasi persentase penutup lahan disajikan pada Gambar 10. Masing-masing kelas penutupan lahan diberikan skor antara 1-5 dengan ketentuan bahwa semakin kecil persentase penutupan lahan skornya semakin kecil. Klasiifikasi dan skoring persentase penutupan lahan disajikan pada Tabel 6. Secara spasial disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Persentase penutup lahan Sub-DAS Cikapundung bulan Juni 2001 (Sumber data: Landsat-7 bulan Juni 2001, pengecekan lapangan)

Simulasi Pemodelan Lahan Kritis dan Analisis

Kelas lahan ditentukan dengan mengacu pada pembagian kelas menurut Suwardjo (1996), yaitu menjadi lima kelas dengan selang yang sama untuk tiap kelas dan berlaku untuk semua model. Dalam simulasi ini telah dicoba 12 macam perbandingan keofisien L, BK dan P serta satu perbandingan standar dengan nilai koefisien L, BK dan P yang sama. Kelas kekritisan lahan dan nilai indek kekritisannya disajikan pada Tabel 7, sedangkan hasil klasifikasi lahan tiap model di Sub-DAS Cikapundung disajikan pada Tabel 8.

Tabel 7. Kelas kekritisan lahan dan nilai indeks kekritisannya

No.	Kelas kekritisan lahan	Nilai indeks kekritisan lahan
1.	Tidak Kritis	0 – 1,59
2.	Potensial Kritis	> 1,59 – 3,18
3.	Semi Kritis	> 3,18 – 4,76
4.	Kritis	> 4,76 – 6,35
5.	Sangat Kritis	> 6,35