

PEMBANGUNAN BASISDATA SISTEM LAHAN UNTUK MENDUKUNG PENGELOLAAN DAS BERKELANJUTAN

Nurwadjedi

Kepala Bidang Basisdata Sumberdaya Alam Darat, BAKOSURTANAL
Jl. Raya Jakarta Bogor, Km 46, Cibinong
e-mail: Nurwadjedi@yahoo.com

Abstract

During the period of 1985-1990, BAKOSURTANAL (National Coordinating Surveys and Mapping Agency) cooperated with Department of Transmigration and United Kingdom for mapping national land resource at scale 1: 250.000 by using land system approach. This mapping was intended to identify land development for transmigration. The land system mapping used topographic maps of JOG (Joint Operational Graphic) with scale of 1: 250.000 as a base map. Currently, BAKOSURTANAL is developing land system database. The purpose of this activity is to optimize the use of land system data for various purposes. The developed land system database is directed to the standardization of georeference system and the improvement of the geometric accuracy and attribute data. Using this approach, the land system database could be functioned as a land resource data for supporting sustainable watershed management by related agencies.

Keywords: land system, georeference standard, geometric accuracy, data attribute

Abstrak

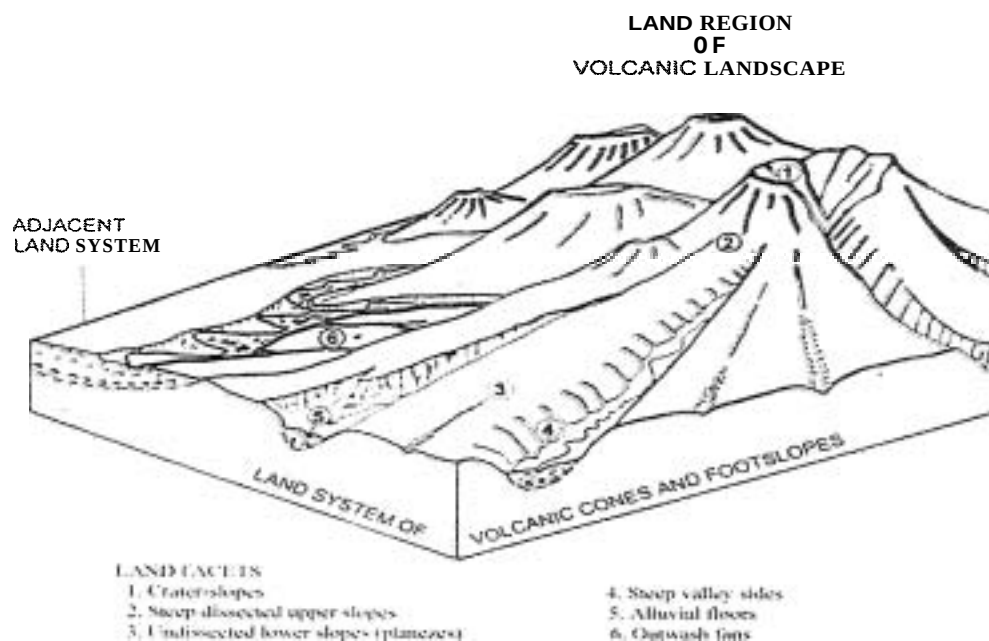
Pada tahun 1984-1990 BAKOSURTANAL bekerjasama dengan Departemen Transmigrasi dan Pemerintah Kerajaan Inggris untuk pemetaan sumberdaya lahan dengan pendekatan sistem lahan skala 1: 250.000 di seluruh wilayah Indonesia. Pemetaan tersebut dimaksudkan untuk mengidentifikasi Daerah Pengembangan Transmigrasi. Pemetaan sistem lahan pada saat itu menggunakan peta dasar JOG (Joint Operational Graphic) skala 1: 250.000, berbagai data citra penginderaan jauh (Inderaja), dan data sekunder. Saat ini, BAKOSURTANAL sedang melaksanakan pembangunan basisdata sistem lahan. Kegiatan ini dimaksudkan untuk mengoptimalkan dayaguna data sistem lahan yang bersifat multiguna. Basisdata sistem lahan yang dibangun diarahkan pada sistem georeferensi standar nasional dan penajaman akurasi geometri dan data atributnya. Dengan pendekatan ini, basisdata sistem lahan dapat difungsikan sebagai data sumberdaya lahan untuk mendukung pengelolaan DAS berkelanjutan yang dilakukan oleh instansi terkait.

Kata Kunci: sistem lahan, georeferensi standar, akurasi geometri, data atribut

1. Pendahuluan

Indonesia memiliki potensi kekayaan sumberdaya alam melimpah, baik yang terbarukan maupun yang tidak terbarukan. Potensi kekayaan sumberdaya alam merupakan suatu aset untuk mendukung pembangunan nasional. Sesuai dengan visinya untuk mewujudkan untuk Infrastruktur Data Spasial (IDS) yang handal, BAKOSURTANAL telah memetakan sumberdaya lahan skala 1: 250.000 melalui proyek RePPPProT (Regional Physical Planning for Transmigration) pada tahun 1985-1989, bekerja sama dengan Departemen Transmigrasi dan Pemerintah Kerajaan Inggris. Tujuan proyek RePPPProT adalah untuk mengidentifikasi lahan pengembangan transmigrasi.

Pemetaan sumberdaya lahan yang dimaksud menggunakan pendekatan Landscape Approach. Pada pendekatan ini, pemetaan sumberdaya lahan menggunakan konsep sistem lahan, yang didefinisikan sebagai satuan lahan yang memiliki pola kesarnaan batuan, iklim, hidrologi, topografi, tanah, dan organisme (RePPProT 1990). Setiap satuan sistem lahan memiliki satuan lebih detil, yang disebut faset lahan. Sebagai contoh, sistem lahan vulkanik diperlihatkan di Gambar 1. Penamaan sistem lahan tersebut menggunakan 3 huruf alfabet, yang merupakan singkatan dari nama geografi spesifik dimana sistem lahan tersebut pertama kali ditemukan, sedangkan penarikan batasnya didasarkan dari hasil interpretasi berbagai data citra satelit inderaja, seperti foto udara, *landsat*, dan radar; yang diplot pada peta dasar JOG (Joint Operation Graphic). Karakteristik data sistem lahan, terutama jenis batuan dan tanah diperoleh dari data sekunder. Hasil pemetaan sumberdaya lahan tersebut dituangkan dalam bentuk peta dan penjelasannya (kartu data).



Gambar 1. Diagram sistem lahan dan faset lahan di daerah vulkanik (Sumber: Wall 1987)

Peta sistem lahan yang tersedia mencakup seluruh wilayah Indonesia. Karena kelengkapannya, peta sistem lahan merupakan suatu aset data sumberdaya lahan nasional, walaupun masih ada kekurangannya, terutama dari aspek georeferensi, geometri, dan data atribut. Dari aspek georeferensi, peta sistem lahan tersebut masih belum disajikan pada peta dasar standar nasional, yaitu peta rupabumi dengan Datum DGN'95 (Datum Geodetik Nasional Tahun 1995) yang mengadopsi ellipsoid WGS84. Dari aspek geometri, unsur garis pantai, jaringan jalan, jaringan sungai, toponimi, dan batas wilayah administrasi memerlukan pemutakhiran. Dari aspek data atribut, karakteristik data sistem lahan perlu diperbaiki karena data tersebut diperoleh dari data sekunder dengan tingkat akurasi yang beragam.

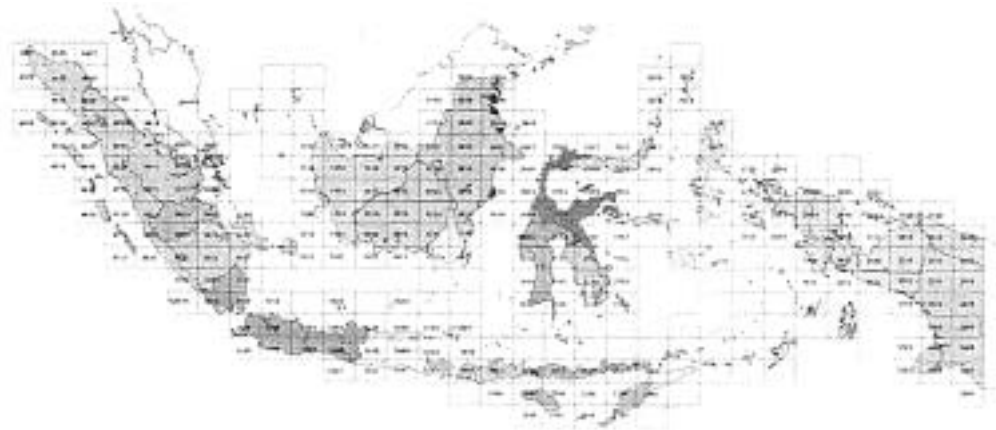
Untuk meningkatkan kualitas peta sistem lahan yang mencakup aspek georeferensi, geometri, dan data atribut seperti yang dimaksud, saat ini BAKOSURTANAL sedang melaksanakan pembangunan basisdata sumberdaya lahan yang berbasis data sistem lahan. Basisdata sistem lahan yang terbangun diharapkan lebih mudah diakses dan dapat difungsikan sebagai data dan informasi sumberdaya lahan yang pemanfaatannya bersifat multiguna dengan menggunakan teknologi SIG, diantaranya untuk pengelolaan DAS yang dilakukan oleh instansi-instansi terkait, seperti Dephut dan Dep PU.

2. Metode

2.1 Standarisasi Data

Tahapan ini dimaksudkan untuk menstandarkan georeferensi peta sistem lahan yang masih menggunakan acuan peta JOG. Standarisasi data yang dilakukan ini disesuaikan dengan program pembangunan IDSNI di Indonesia. Upaya tersebut adalah untuk menjawab perkembangan kebutuhan aplikasi SIG yang mengintegrasikan data untuk berbagai tujuan. Sebagaimana dijelaskan oleh ESCAP (Economic and Social Commission for Asia and the Pacific) United Nations (1998), integrasi data dalam aplikasi SIG sangat tergantung pada data spasial standar. Standarisasi data spasial dan kumpulan data untuk aplikasi SIG tentunya membutuhkan georeferensi standar.

Untuk menstandarkan georeferensi peta sistem lahan versi RePPPProT, georeferensi ellipsoid Bessel ditransformasikan ke dalam georeferensi DGN'95 seperti digunakan pada peta RBI. Seperti yang dijelaskan oleh Matindas et al. (1997), georeferensi DGN'95 diadopsi dari ellipsoid WGS1984. Sistem grid peta sistem lahan disesuaikan dengan sistem grid peta RBI, yaitu menggunakan grid geografi dan UTM dengan interval zone $6^{\circ} \times 6^{\circ}$. Untuk cakupan seluruh Indonesia dari 60° sampai dengan 144° BT dan dari 10° LU sampai dengan 15° LS, wilayah tersebut dibagi menjadi beberapa zone UTM, yaitu dari zone 46 hingga 54. Setiap zone, kemudian, dibagi menjadi beberapa baris dan kolom yang disesuaikan dengan skala peta. Pada peta skala 1: 250.000, setiap peta RBI memiliki ukuran $1,50^{\circ} \times 1,00^{\circ}$ derajat. Format peta RBI tsb digunakan sebagai peta dasar standar untuk pemutakhiran peta sistem lahan. Indeks peta RBI skala 1: 250.000 diilustrasikan di Gambar 2. Jumlah peta sistem lahan pada format peta RBI adalah 237 lembar.



Gambar 2. Indeks peta RBI skala 1: 250.000

2.2. Kodifikasi Fitur

Kodifikasi fitur sistem lahan dimaksudkan untuk menstandarkan kode sistem lahan dalam kerangka IDSN. Seperti yang dijelaskan oleh Nurwadjedi (2005), kodifikasi fitur sistem lahan menggunakan kode alfanumerik sebanyak 8 (delapan) digit sebagai berikut:

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

Digit 1 dan 2 menjelaskan kode fitur sistem lahan (SL), digit 3 dan 4 untuk kode wilayah (region), digit 5 dan 6 menjelaskan kode unsur fisiografi, digit 7 dan 8 untuk alokasi kode unsur sistem lahan.

Berdasarkan kesamaan biofisik bentang lahan, Kodifikasi wilayah sistem lahan dikelompokkan menjadi 8 (delapan) wilayah, yaitu:

- Sumatera (11)
- Jawa (12)
- Bali (13)
- Kalimantan (14)
- Sulawesi (15)
- Maluku (16)
- Nusa Tenggara (17)
- Papua (18)

Sistem lahan di setiap wilayah tersebut kemudian diklasifikasikan berdasarkan pada tipe fisiografinya, yaitu:

- Daerah Pantai (01)
- Rawa Pasang Surut (02)
- Dataran Aluvial (03)
- Jalur Meander (04)
- Rawa (05)
- Lembah Aluvial (06)
- Kipas Lahar (07)
- Teras (08)
- Dataran (09)
- Perbukitan (10)
- Pegunungan (11)

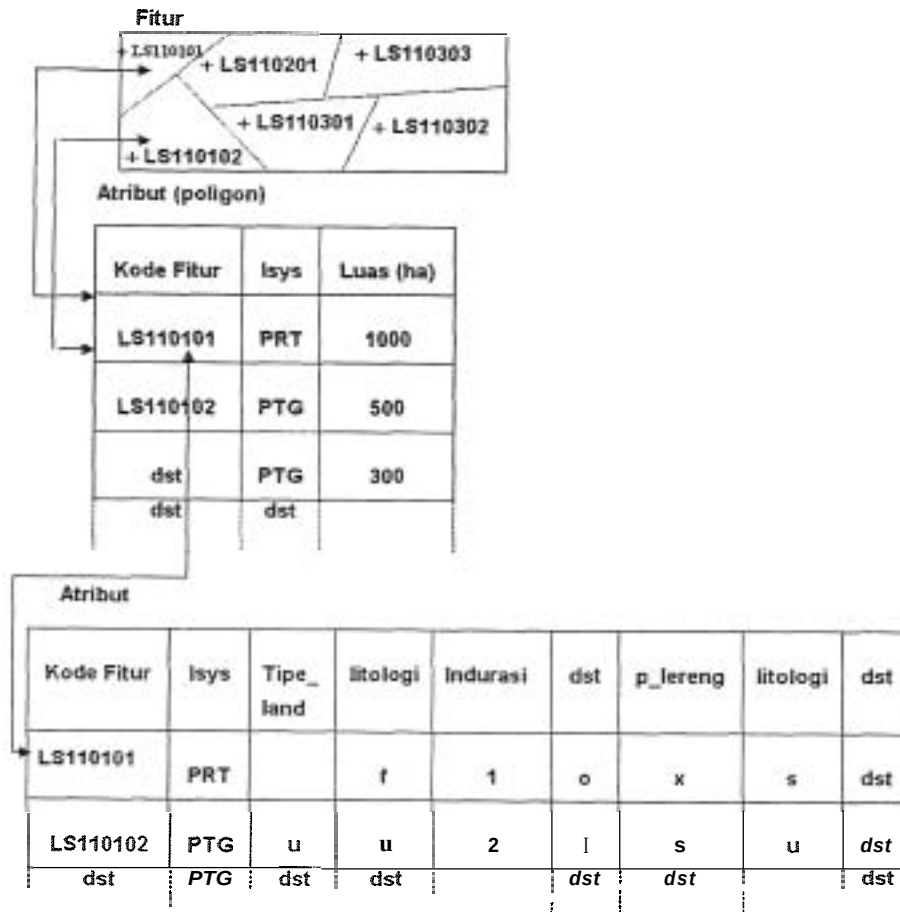
Contoh kode SL110101 adalah kode sistem lahan di wilayah Sumatera (11) dan merupakan daerah pantai (01) untuk sistem lahan PRT (01).

2.3. Desain Basisdata

Desain basisdata disesuaikan dengan konsep pemetaan sistem lahan yang didasarkan pada kesamaan faktor fisiografi, litologi, iklim, tipe tanah, hidrologi, dan proses. Faktor-faktor penciri tersebut disusun dalam bentuk data tabular yang saling berkaitan, menurut konsep desain basisdata model relasional (Gambar 3).

Data tabular untuk setiap faktor penciri diperoleh dengan cara scanning kartu data yang tersedia dalam bentuk cetakan (analog). Data faktor-faktor penciri sistem lahan yang tercatat dalam kartu data, kemudian, diseleksi dan dilakukan data entry pada template

tabel karakteristik sistem lahan yang telah dibuat. Tabel karakteristik sistem lahan tersebut dapat digabungkan dengan grafisnya dengan menggunakan kode fitur sistem lahan yang berfungsi sebagai kunci penghubung utama (primary key). Sesuai dengan karakteristik data sistem lahan yang menjelaskan sifat biofisik sumberdaya lahan, basisdata yang didesain juga memfasilitasi berbagai tabel hasil analisis, seperti kesesuaian lahan untuk tanaman pertanian, agroforestry, kemampuan lahan, dll.



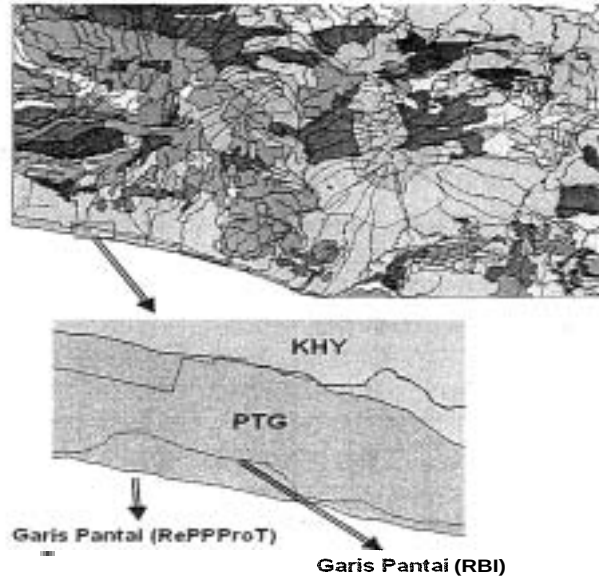
Gambar 3. Ilustrasi desain basisdata sistem lahan dengan model relasional

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Akurasi Geometri

Fitur sistem lahan yang telah distandarisasi terhadap peta dasar RBI memiliki format georeferensi standar, namun masih dijumpai deviasi geometri kurang dari 2 mm (0,50 km) terhadap fitur garis pantai atau jaringan sungai secara sistimatis. Gambar 3 rnemperlihatkan contoh kenampakan konfigurasi keruangan (spatial arrangement) antara fitursistern lahan (nomor 1408, daerah kabupaten Kulon Progo) Jawa Tengah dengan garis pantai. Pada Gambar 3 garis pantai dari sistem lahan PTG (Puting, Beting Pantai)

(RePPProT) tidak match dengan garis pantai dari peta RBI. Perubahan garis pantai pada kasus ini disebabkan oleh faktor konversi dari datum peta sistem lahan (GRS'67) ke datum peta RBI (WGS'84) yang tersedia di software ARC/INFO masih bersifat global. Untuk menstandarkan aspek geometri dimaksud, garis pantai sistem lahan disesuaikan dengan garis pantai dari peta RBI, seperti yang diperlihatkan di Gambar 4.



Gambar 4. Contoh deviasi garis pantai pada sistem lahan terhadap garis pantai pada peta RBI

3.2. Data Atribut

Data atribut sistem lahan mencerminkan karakteristik lahan, terutama dari aspek topografi, litologi, iklim, hidrologi, dan tipe tanah. Perolehan data atribut tersebut berasal dari berbagai sumber dengan tingkat akurasi yang beragam. Untuk menjaga salah tafsir (misuse), tingkat akurasi data atribut diklasifikasikan menjadi 5 (lima) kelas, yaitu:

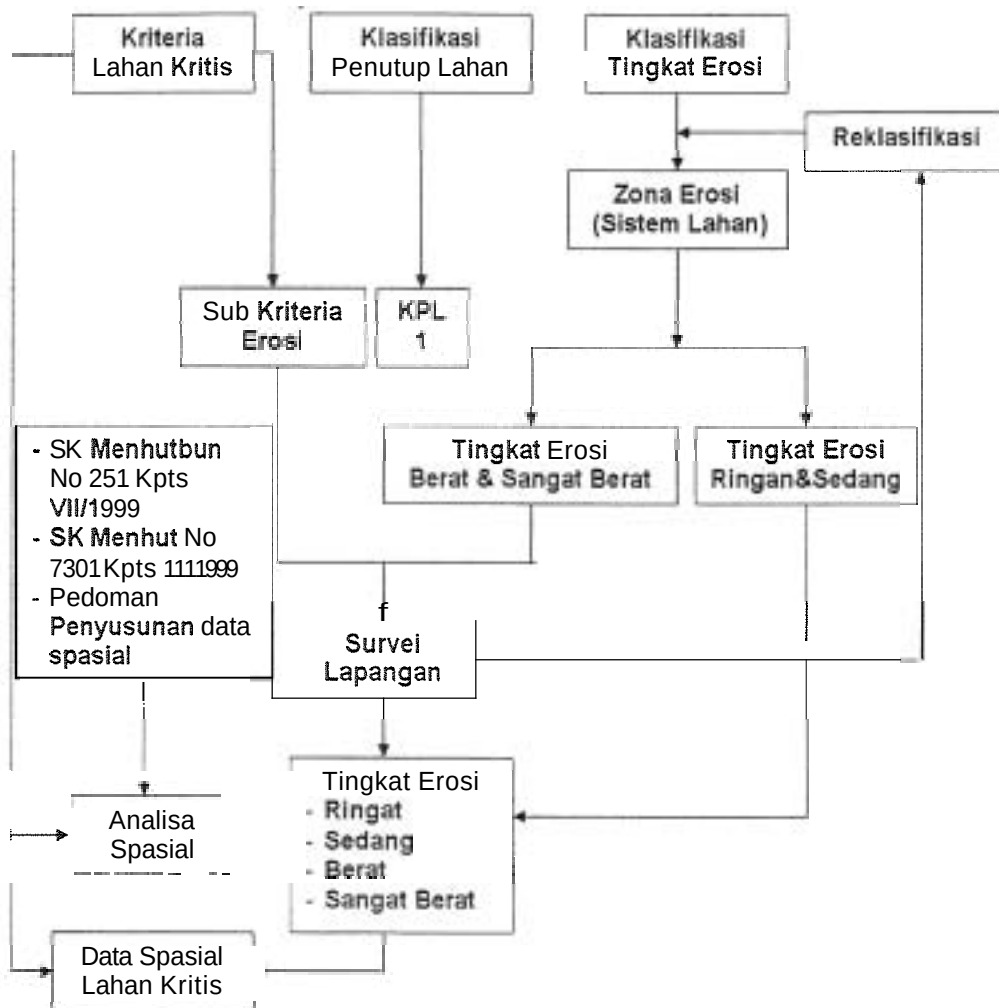
- 1 Dipercaya / *Reliable* - sumber data skala $\geq 1:100.000$
- 2 Agak dipercaya / *Probable* - sumber data skala $1: 250.000$
- 3 Diperkirakan / *Tenable* hasil interpretasi citra, skala $\leq 1: 250.000$
- 4 Plausible sumber data skala $1: 1.000.000$
- ? Diragukan

Pembangunan basisdata sistem lahan yang sedang dilakukan tidak hanya memperbaiki aspek georeferensi dan geometri, tetapi juga pada perbaikan data atributnya. Data atribut yang diperbaiki difokuskan pada tingkat akurasi 3, 4, ? Pada perbaikan data atribut yang telah dilakukan (di daerah Provinsi Jawa Tengah), data tanah adalah karakteristik sistem lahan yang dominan diperbaiki. Perbaikan data tanah tersebut mencakup penamaan jenis tanah menurut sistem Soil Taxonomy terbaru dan sifat kimia tanah. Contoh data atribut sistem lahan BRN yang banyak dijumpai di daerah Kabupaten Rembang adalah sebagai berikut:

LANDSYSTEM : BOGORAN (BRN)	
LANDSYSTEM : BOGORAN (BRN)	AREA: 1961 km ² REF NO JMB 54
PROVINCES:	9 = 0 km ² , 10 = 8 km ² , 11 = 1553 km ² , 12 = 0 km ² , 13 = 400 km ² , 14 = 0 km ²
LAND TYPE :	rolling plains on marls in dry areas
LAND REGION :	sed, other sed, rolling plain DESAUNETTESCODES DOM : P03 INC:
SATELLITE SCENES :	Landsat 7 ETM+ 119165 AERIAL PHOTOS : 241a/z6/005
RADAR :	
LMHOLOGY :	sedimentaryINDURATION : soft GRADE : fine MINERALOGY : calcareous
ROCK TYPE :	marl, limestone, mudstone ROCK OUTCROP : 5%
WATER GROUNDWATER :	fresh DOMESTIC SOURCE : medium, deep wells
FISHERIES :	none RIVERS FLOOD RISK : none INUNDATION : none
CLIMATE MEAN ANNUAL RAIN :	1400-2300 mm WET MTHS : 1-5 DRY MTHS : 4-5
GROWING PERIOD ARABLE :	90-210d TREE CORPS : 90-180d MEAN TEMP : min 23°C
max 32°C	
VEGETATION/LAND USE :	upland corps, bush, settlements
AREA USED :	%
ACCELERATED EROSION EXTENT :	local EVIDENCE : gully
SOIL GT GPS DOMINANT > 60% :	ASSOCIATED 20-60% : Eutropepts, Haplustalfs, Ustropepts
TEXTURE TOP/SUB SOIL DOM :	ASSOCIATED 20-60% : fine/fine
SOIL CHARACTERISTICS OF DOMINANT SOIL GREAT GROUP	
DEPTH PEAT :	MINERAL SOIL : > 100 cm DRAINAGE : imperfect
EXCHK TOP :	SUB : TOTAL K TOP : 110.0 SUB : 85.0
AVAIL P TOP :	SUB : TOTAL P TOP : 162.6 SUB : 192.1
CEC Ph 7 TOP :	SUB : pH (H ₂ O) TOP : 7.15 SUB : 7.20
AI SATN TOP :	SUB : EXCH AI TOP : tdk terukur SUB : tdk terukur
ACID SULPHATE HAZARD AT :	cm SALINITY : mmhos/cm EC at 25°C
ALTITUDE MIN :	2 m MAX : 100 m RANGE : 5-50 m PLAN/PROF DOM : 1 INC :
DRAINAGE PATTERN :	dendritic DENSITY : 2.1-4.0 k/k ² VAR : low
SLOPE STEEPNES :	9-15% VAR : med LENGTH : 201-500 m VAR : med CURVATURE :
straight	
SLOPE DISTBN VALLEYS (0-3%)	15% INTERFLUVES (0-3%) 30% (9-15%) 40%
(16-25%) 10%	(26-40%) 5% (41-60%) % (> 60%) %
RELIEF AMPLITUDE :	11-50 m VAR : med TERRAIN : rolling
CRESTS SHAPE :	level LENGTH : 1001-5000 m VAR : med WIDTH : 201-500 m VAR : med
SPURS PROMINENCE :	clear STEEPNES : 26-40%
VALLEY FLOOR WIDTH :	201-500 m VAR : low
FACETS DOM 1	undulating to rolling 40% area MINOR FACETS 2 undulating plain 30% area 3 valley side 15% area
4 valley bottom 15% area	5 % area
FRAGMENTATION VALLEYS :	med blocks INTERFLUVES : large blocks
RELIABILITY GROUNDWATER QUALITY: 1, WATER SOURCE: 1, FLOODING/INUNDATION: 1, CLIMATE: 1, SOIL GROUP: 1, SOIL TEXTURE: 1, SOIL DEPTH: 1, SOIL DRAINAGE: 1, SOIL NUTRIENTS: 1, ELEVATION: 1, SLOPE: 1, FACETS: 1, FRAGMENTATION: 1	

4. Dukungan untuk Pengelolaan DAS

Data atribut sistem lahan yang menjelaskan karakteristik kondisi topografi, litologi, hidrologi, iklim, tipe tanah, dan kondisi fisik lingkungan lainnya dapat digunakan sebagai dasar untuk pemetaan berbagai aplikasi dalam lingkup sektor pertanian, kehutanan, perikanan, pekerjaan umum, lingkungan hidup, dll. Di sektor kehutanan, data sistem lahan telah digunakan oleh Ditjen RLPS-Dephut untuk mengidentifikasi zona rentan erosi di suatu DAS (Gambar 5).



Gambar 5. Diagram alir pemetaan lahan kritis (Sumber: Santoso 2006)

Di samping itu, data sistem lahan juga dapat dimanfaatkan untuk pemetaan kesesuaian lahan wanatani (agroforestry), terutama untuk tujuan rehabilitasi lahan kritis suatu di suatu DAS. Dalam basisdata sistem lahan yang dibangun, tanaman wanatani yang ditampilkan meliputi *Eucalyptus saligna*, *Sesbania grandiflora*, *Calliandra calothyrsus*, *Tectona grandis*, *Pinus merkusi*, *Albizia falcataria*, *Acacia auriculiformis*, dll. Analisa kesesuaian lahan dari setiap tanaman wanatani tersebut didasarkan pada data karakteristik sistem lahan yang tersimpan dalam data atribut seperti yang telah disajikan. Hasil analisa kesesuaian lahan untuk tanaman *Acacia auriculiformis* di diperlihatkan di Tabel 1.

Tabel 1. Contoh kesesuaian lahan untuk *Acacia auriculiformis* di wilayah Jawa

Simbol	Sistem Lahan	<i>Acacia auriculiformis</i>	Keterangan
BKN	Bakunan	Nc	Tidak sesuai karena faktor iklim
NGR	Nangger	S	Sesuai
ACG	Air Cawang	S	Sesuai
LBS	Lubuk Sikapaing	S	Sesuai
KNJ	Kuranji	Nc	Tidak sesuai karena faktor iklim
TBO	Tombalo	Nc	Tidak sesuai karena faktor iklim
BGR	Bogor	Nc	Tidak sesuai karena faktor iklim
GJO	Gajo	S	Sesuai
GGK	Grogak	S	Sesuai

5. Kesimpulan

Pembangunan basisdata sistem lahan merupakan upaya penyediaan salah satu data spasial yang ada di BAKOSURTANAL. Upaya tersebut adalah untuk mewujudkan terseleng-garannya Jaringan Data Spasial Nasional (JDSN) seperti yang diamanatkan dalam Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 85 Tahun 2007. Karena kelengkapan data atributnya yang menjelaskan karakteristik sumberdaya lahan, penggunaan data sistem lahan bersifat multiguna. Untuk pengelolaan DAS, data sistem lahan dapat dimanfaatkan untuk mendukung pemetaan lahan kritis dan kesesuaian lahan untuk tanaman wanatani padaskala 1:250.000 di suatu kawasan hutan yang mengalami penggundulan (deforestasi).

Untuk menghindari salah tafsir, para pengguna data sistem lahan perlu memperhatikan tingkat akurasi data atributnya. Setiap karakteristik komponen data sumberdaya lahan yang disimpan dalam data atribut memiliki tingkat akurasi bervariasi. Penggunaan data sistem lahan dengan akurasi data pada level 3 (Tenable), 4 (Plausible), dan ? (Diragukan) perlu diverifikasi atau divalidasi melalui ground truth (survei lapangan) atau data sekunder yang diyakini memiliki tingkat akurasi lebih baik.

Daftar Pustaka

- BKTRN. 2002. Pedoman Penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi. Badan Koordinasi Tata Ruang Nasional. Jakarta
- Federal Geographic Data Committee (FGDC). May 1, 2000. Content Standard for Digital Geospatial Metadata Workbook (For use with FGDC-STD-001-1998) Version 20.
- Matindas RW, C Subarya dan R Nataprawira. 1997. Sistem Penomoran untuk Penunjukan Peta Rupabumi dalam Proyeksi UTM Datum Geodesi Nasional 1995 (DGN-1995). Pusat Pemetaan. BAKOSURTANAL.
- Nurwadjedi. 2006. Spesifikasi Peta Sistem Lahan. Prosiding Temu Karya dan For a Sumber Daya Alam Darat, 2006. Pusat Survei Sumber Daya Alam Darat, BAKOSURTANAL.

Prosiding Lokakarya “Sistem Informasi Pengelolaan DAS: Inisiatif pengembangan Infrastruktur Data” Bogor: 5 September 2007

The National States Geographic Information Council (NSGIC). (1997). A Strategy for the NSDI (National Spatial Data Infrastructure).

RePPProT. 1990. The Land Resources of Indonesia: a national overview. Government of the Republic of Indonesia: Ministry of Transmigration, Directorate General of Settlement Preparation, and BAKOSURTANAL. Land Resources Department NRI, Overseas Development Administration, Foreign and Commonwealth Office UK.

Santoso H. 2006. Spesifikasi Lahan Kritis. Prosiding Temu Karya dan Fora Sumber Daya Alam Darat, 2006. Pusat Survei Sumber Daya Alam Darat, BAKOSURTANAL.

Wall JRD. 1987. Regional Physical Planning Program for Transmigration (RePPProT). Warta Survey & Pemetaan. BAKOSURTANAL. Cibinong.