

Kajian Komponen dan Kriteria Standard Pengolahan Dijital Data Penginderaan Jauh Multispektral untuk Klasifikasi Penutup Lahan

Samsul Arifin

¹ Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh – Lapan. Email: samsul_lapan@yahoo.com

Abstrak – Informasi penutup lahan dengan menggunakan data penginderaan jauh sampai saat ini telah banyak dilakukan dan diproduksi oleh peneliti atau berbagai instansi baik pemerintah maupun swasta. Akan tetapi informasi penutup lahan yang dihasilkan tersebut berbeda-beda, hal ini disebabkan adanya sumberdaya, teknik pengolahan klasifikasi yang digunakan dan penyajian hasil akhir yang diinginkan berbeda sesuai selera masing-masing. Kajian ini bertujuan untuk menentukan komponen dan kriteria standard minimal yang harus digunakan dalam pengolahan digital klasifikasi penutup lahan dengan menggunakan data penginderaan jauh multiresolusi. Hasil kajian merupakan suatu konsep pedoman standard pengolahan digital klasifikasi penutup lahan dengan menggunakan data penginderaan jauh multispektral, sehingga dapat digunakan sebagai acuan pihak pengguna setelah diadakan konvensi terhadap konsep tersebut.

Kata kunci: *Komponen, Kriteria, Standard, Pengolahan Dijital, Penginderaan Jauh, Multi Resolusi*

LATAR BELAKANG

Penutup lahan merupakan salah satu jenis informasi spasial yang diekstraksi berdasarkan data satelit penginderaan jauh. Informasi penutup lahan banyak dibuat dan digunakan untuk berbagai jenis tujuan. Informasi penutup lahan dengan menggunakan data penginderaan jauh sampai saat ini telah banyak dilakukan dan diproduksi oleh peneliti atau berbagai instansi baik pemerintah maupun swasta. Akan tetapi informasi penutup lahan yang dihasilkan tersebut berbeda-beda, hal ini disebabkan adanya perbedaan penggunaan sumberdaya, teknik pengolahan klasifikasi dan penyajian hasil akhir yang diinginkan berbeda. Oleh karena itu, banyak sekali dijumpai informasi penutup lahan dengan versi yang berlainan sesuai dengan tujuan penggunaan.

Versi-versi penutup lahan yang berbeda tersebut disebabkan belum adanya acuan standar informasi penutup lahan menggunakan data penginderaan jauh. Oleh karena itu agar pembuatan informasi penutup lahan berbasis data penginderaan jauh seragam dan sama, maka perlu adanya pedoman standar pengolahan data penginderaan jauh yang bersumber pada masukan (input), proses maupun hasil (output) harus menggunakan komponen dan kriteria yang sama. Ada beberapa komponen dan kriteria minimum yang harus dipenuhi baik dalam penggunaan input, proses, dan output, oleh karena itu perlu dilakukan kajian tentang komponen dan kriteria yang standard tersebut. Dalam tulisan ini bertujuan mengkaji untuk menentukan komponen dan kriteria standard minimal yang harus digunakan dalam pengolahan digital klasifikasi penutup lahan dengan menggunakan data penginderaan jauh multispektral untuk konsep penyusunan pedoman.

STATE OF ART

Prinsip Dasar Satelit Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah ilmu dan teknik untuk memperoleh informasi tentang suatu obyek, daerah atau fenomena yang dikaji di permukaan bumi menggunakan sensor dengan wahana satelit. Energi yang digunakan sensor untuk merekam objek permukaan bumi berupa sumber energi matahari atau sumber energi buatan (tenaga pulsa). Berdasarkan tenaga / energi yang digunakan maka sistem penginderaan jauh diklasifikasikan menjadi 2 yaitu ; (1) Sistem pasif dengan sumber tenaga berasal dari matahari (alam) dan (2) Sistem aktif dengan sumber tenaga buatan yang disebut tenaga pulsa. Data citra satelit merupakan hasil dari perekaman sensor satelit dengan beberapa karakter / resolusi antara lain resolusi spasial, resolusi spektral, resolusi radiometrik dan resolusi temporal.

Jenis dan Karakteristik Satelit Penginderaan Jauh

Satelit penginderaan jauh yang beredar masing-masing jenis satelit mempunyai karakteristik dan tujuan masing-masing seperti landsat (1-8), NOAA, SPOT, Envisat, Ikonos, Quickbird, dan lain-lain. Berdasarkan resolusi

satelit dibedakan menjadi 3 yaitu satelit resolusi rendah, menengah dan tinggi. Beberapa contoh satelit yang memiliki resolusi rendah diantaranya NOAA, MODIS, MTSAT, resolusi menengah diantaranya adalah satelit Landsat, SPOT, ALOS, dan satelit resolusi tinggi diantaranya adalah IKONOS, Quick Bird.

Review Penelitian Pengolahan Klasifikasi Penutup Lahan

Review hasil penelitian pengolahan klasifikasi penutup lahan ini dilakukan untuk mengetahui perkembangan pengolahan klasifikasi secara umum dengan menggunakan data penginderaan jauh. Beberapa contoh tulisan hasil litbang yang dapat disampaikan dalam tulisan ini diantaranya :

Anderson (1971) menjelaskan kriteria penginderaan jauh, kesetaraan penginderaan jauh dengan pemetaan penutup lahan dan system klasifikasi bahwa klasifikasi penggunaan lahan atau penutup lahan dengan menggunakan penginderaan jauh secara efektif harus memenuhi beberapa kriteria tingkat ketelitian, ketepatan kategori, dan lain- lain

Yenni Marini, dkk, Judul “Perbandingan Metode Klasifikasi Supervised Maximum Likelihood dengan Klasifikasi Berbasis Obyek untuk Inventarisasi Lahan Tambak di Kabupaten Maros”, Prosiding Sinasinderaja, 2014. Dalam penelitian dinyatakan ada perbedaan hasil luasan mangrove dari kedua metode klasifikasi supervised Maximum Likelihood dengan berbasis objek. Hasil uji akurasi confusion matrix dinyatakan bahwa hasil tingkat ketelitian klasifikasi digital pada data SPOT untuk mangrove menggunakan supervised Maximum Likelihood setelah divalidasi dan diverifikasi dengan data lapangan mencapai 90,4% (*overall accuracy*) dan tingkat ketelitian dalam mendeteksi objek tambak sebesar 85,48%.

Indarto, dkk, “Landuse Identification and Classification Using Aster Multispectral Data”, Media Teknik Sipil, 2009. Hasil penelitian menyatakan bahwa Penggunaan data ASTER dapat mengidentifikasi tujuh kelas peruntukan lahan utama. Klasifikasi menggunakan metode terbimbing memberikan hasil yang lebih akurat dibandingkan metode tidak terbimbing. Tingkat akurasi hasil klasifikasi kedua metode ini dibandingkan dengan Informasi RBI.

Pooja Kamavisdar, dkk dalam “A Survey on Image Classification Approaches and Techniques” International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, 2013. Tulisan ini mempelajari dan memberikan pengetahuan singkat tentang pendekatan klasifikasi citra dan metode klasifikasi yang berbeda. Pendekatan yang paling umum untuk klasifikasi citra dapat kategori sebagai klasifikasi terbimbing dan tidak terbimbing, atau parametrik dan nonparametrik atau berorientasi objek, sub pixel, per-pixel dan perfield atau pengklasifikasi spektral, pengklasifikasi kontekstual dan pengklasifikasi spektral-kontekstual. Survei ini memberikan pengetahuan teoritis tentang metode klasifikasi yang berbeda-beda dan memberikan informasi keuntungan dan kerugian dari berbagai metode klasifikasi.

Banyak teknik klasifikasi telah dikembangkan untuk klasifikasi citra secara digital, diantaranya adalah Artificial Neural Network (ANN), Decision Tree (DT), Support Vector Machine (SVM) dan Klasifikasi Fuzzy.

SNI, menjelaskan sistem klasifikasi penutup lahan dan jenis objek penutup lahan berbagai skala.

Al-Ahmadi, dkk, melakukan Perbandingan Empat Metode Klasifikasi untuk Ekstrak Penggunaan Tutupan Lahan dari Citra Satelit Standar untuk Beberapa Daerah Terpencil Arid. Keempat teknik klasifikasi yaitu ISODATA, maksimum likelihood, Mahalanobis Distance, dan Minimum Distance. Maksimum Likelihood memberikan hasil yang terbaik.

Thompson melakukan penyusunan skema standar tutupan lahan klasifikasi untuk aplikasi penginderaan terpencil di Afrika Selatan. Penyusunan ini hampir sama dengan system klasifikasi penutup lahan ada di SNI.

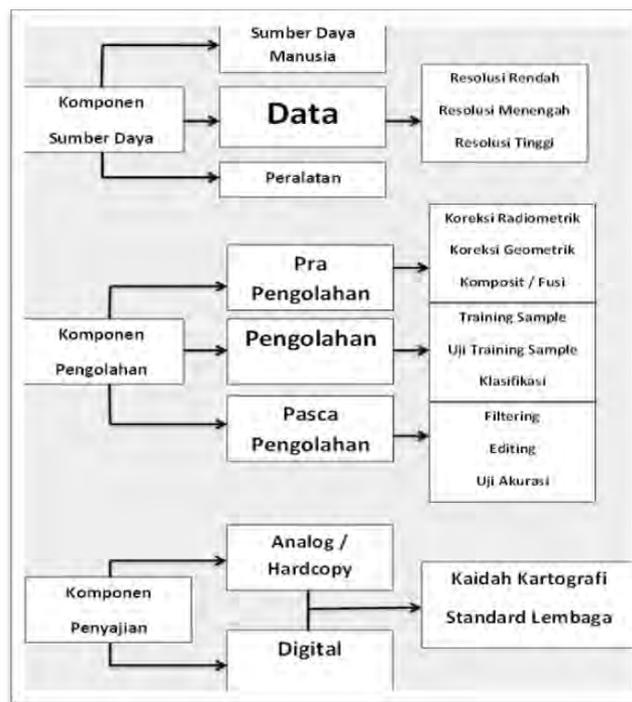
LU, dkk, 2006 melakukan studi teknik perbandingan / survei metode klasifikasi citra untuk meningkatkan akurasi.

Vogelmann 1998 melakukan penelitian karakterisasi tutupan lahan regional menggunakan data Landsat Thematic Mapper dan menggunakan data pendukung.

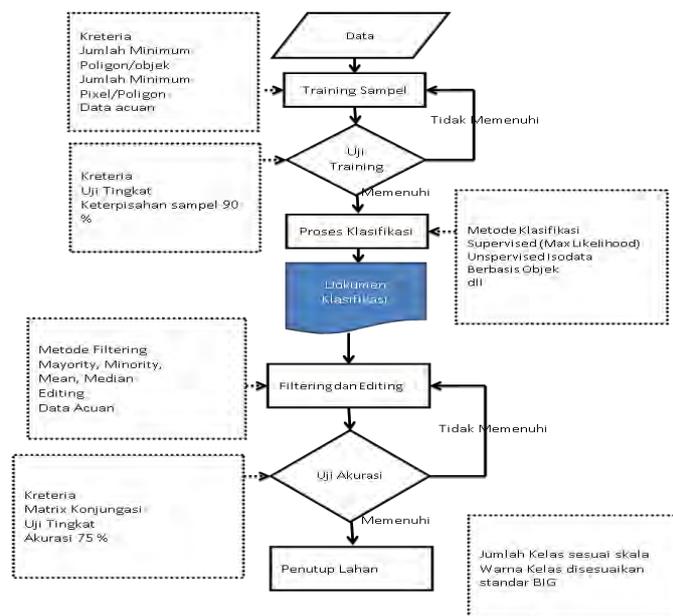
Dalam Laporan Akhir Kegiatan Quick Wins T.A. 2010, pernah dilakukan standarisasi klasifikasi dan informasi spasial penutup lahan berbasis data satelit penginderaan jauh optis oleh tim Pusbangja, Lapan.

METODE / LANGKAH KAJIAN

1. Studi literature : Studi literature bertujuan untuk mengumpulkan informasi tentang pedoman, standar secara nasional baik dari media cetak maupun dari media elektronik
2. Inventarisasi : Inventarisasi bertujuan untuk mengumpulkan bahan-bahan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti dan instansi
3. Mengkaji teknik atau cara penyusunan pedoman pengolahan dari berbagai materi.
4. Mengkaji atau menelaah hasil litbang terkait dengan penutup lahan berbasis penginderaan jauh.
5. Uji Coba
6. Menentukan komponen dan kriteria standar pengolahan data penginderaan jauh untuk penutup lahan
7. Membuat dokumen pedoman standar pengolahan data penginderaan jauh untuk penutup lahan



Gambar 1 .Diagram Tahapan Penentuan Komponen dan Kriteria



Gambar 2. Diagram Penentuan Kriteria Pengolahan Data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kajian Litbang Pengolahan Klasifikasi Penutup Lahan

Berdasarkan beberapa kajian terhadap litbang pengolahan klasifikasi penutup lahan yang disampaikan pada review dihasilkan antara lain :

- a. Dalam Anderson, beberapa kriteria yang disebutkan berlaku untuk penggunaan lahan dan klasifikasi tutupan lahan pada umumnya, tetapi ada beberapa kriteria tersebut dapat digunakan terutama untuk penggunaan lahan dan tutupan lahan yang diinterpretasi dari data penginderaan jauh
- b. Yenni dkk menyebut tingkat keterlitan klasifikasi penutup lahan dengan menggunakan metode supervise maksimum likelihood, sedangkan klasifikasi digital berbasis objek tidak disebutkan tingkat ketelitiannya (akurasinya).
- c. Dalam tulisan Indarto, dkk, tidak disebutkan / dicantumkan secara kuantitatif tingkat akurasinya, dan juga tidak dijelaskan secara rinci metode klasifikasi terbimbing yang digunakan apakah maximum likelihood, mahalobis distance dan lain-lain. sehingga tidak dapat digunakan sebagai acuan standard.
- d. Metode klasifikasi telah dikembangkan, diantaranya adalah Artificial Neural Network (ANN), Decision Tree (DT), Support Vector Machine (SVM) dan Klasifikasi Fuzzy. Selain metode yang rumit, aplikasi software sangat jarang dimiliki oleh pengguna, sehingga berbagai teknik klasifikasi yang dikembangkan dalam tulisan ini agak sulit dimanfaatkan untuk standard klasifikasi.
- e. Beberapa metode klasifikasi yang digunakan para peneliti hasilnya sangat beragam, sehingga sangat sulit untuk menentukan salah satu metode yang dapat digunakan sebagai acuan pengolahan data penginderaan jauh untuk klasifikasi penutup lahan secara digital.
- f. Dari beberapa acuan pustaka menunjukkan bahwa metode klasifikasi terbimbing dengan menggunakan maximum likelihood menghasilkan pengolahan klasifikasi terbaik.
- g. Metode klasifikasi yang secara umum mudah diperoleh dan banyak digunakan oleh para peneliti adalah supervised dengan metode / model maximum likelihood.

Uji Coba

Uji coba pengolahan klasifikasi penutup lahan dengan menggunakan data penginderaan jauh diberikan terhadap 4 kelompok pengolah atau peneliti di lingkungan Pusfatja Lapan. Uji coba diberi perlakuan yang sama terhadap data, peralatan, metode pengolahan, penyajian. Hasil interpretasi, identifikasi dan klasifikasi pada setiap kelompok berbeda-beda dilihat dari hasil uji keterpisahan training sampel, jumlah kelas yang disajikan dan tingkat akurasi klasifikasi baik sebelum maupun sesudah validasi. Pengaruh terjadinya perbedaan hasil yang sangat signifikan bersumber pada faktor sumberdaya manusia dalam menentukan pengambilan training sampel baik jumlah polygon, jumlah pixel per polygon dalam menginterpretasi dan mengidentifikasi objek.

Penentuan Komponen dan Kriteria

Komponen yang diperlukan untuk melakukan pengolahan data penginderaan jauh klasifikasi penutup lahan secara digital secara garis besar dikelompokkan pada 3 (tiga) komponen yaitu Komponen Sumberdaya, Komponen Pengolahan dan Komponen Penyajian. Pada komponen sumberdaya terdiri dari sumberdaya manusia, data dan peralatan. Masing masing komponen tersebut memiliki persyaratan/kriteria minimal untuk terlaksananya pengolahan data penginderaan jauh untuk klasifikasi penutup lahan.

Sumberdaya

Sumberdaya Manusia

Kompetensi merupakan seperangkat pengetahuan, keterampilan, dan perilaku yang harus dimiliki, dihayati, dikuasai, dan diaktualisasikan oleh pengolah dalam melaksanakan tugas keprofesionalan. Pengolah dalam hal ini personel / sumberdaya manusia yang berkompoten sangat dibutuhkan dalam bidang penginderaan jauh sangat penting. Kompetensi sumberdaya manusia yang dibutuhkan dalam pengolahan data penginderaan jauh minimal memiliki keahlian bidang penginderaan jauh, memiliki kemampuan dan ketrampilan kompetensisasi.

Data

Dalam melakukan klasifikasi suatu objek dari data penginderaan jauh, data yang digunakan harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- a. Data penginderaan jauh yang dipilih sudah dikoreksi baik geometrik maupun radiometrik menurut standar yang telah ditetapkan oleh lembaga yang ditunjuk.

- b. Data penginderaan jauh yang akan digunakan harus disesuaikan lokasi / area yang akan diklasifikasi.
- c. Jika dalam proses klasifikasi menggunakan data geospasial lainnya, maka kualitas data yang digunakan wajib mengikuti standar dan aturan yang berlaku.
- d. Data penginderaan jauh yang akan digunakan harus sesuai dengan kesetaraan skala yang akan dibuat.

Tabel. 1. Kesetaraan Penginderaan Jauh dengan Skala Pemetaan

Jenis Resolusi	Jenis Satelit	Skala Pemetaan
Resolusi Rendah	NOAA AVHRR, Terra MODIS dan Aqua MODIS	1 : 1.000.000 s/d 1 : 250.000
Resolusi Menengah	ASTER, LANDSAT 7/8 dan CBERS-2, SPOT4	1 : 250.000 s/d 1 : 100.000
Resolusi Tinggi	GeoEye-1, WorldView-2, World View-1, QuickBird, IKONOS, FORMOSAT-2, and SPOT-5/6	1 : 100.000 s/d 1 : 5.000

Peralatan

Peralatan yang digunakan berupa perangkat keras dan perangkat lunak yang memiliki spesifikasi memadai untuk pengolahan data penginderaan jauh dan system pengolahan informasi spasial. Perangkat Keras yang digunakan memiliki spesifikasi minimal dapat digunakan untuk pengolahan data penginderaan jauh dan minimal sesuai dengan spesifikasi software yang akan digunakan. Sedangkan Perangkat Lunak yang digunakan minimal memiliki spesifikasi fasilitas pengolahan data citra, memiliki fasilitas pengolahan GIS dan kartografi dan memiliki fasilitas konversi poligon jadi vector dan sebaliknya

Pengolahan Data Digital

Koreksi Radiometrik dan Geometrik

Data proses penginderaan jauh yang digunakan telah terkoreksi Radiometrik dan Geometrik dengan standard yang telah ditetapkan oleh lembaga yang ditunjuk (Pedoman Pengolahan Koreksi Radiometrik dan Geometrik Data Penginderaan Jauh, Pustekdata-Lapan)

Training Sample

Training sample wajib ditetapkan dalam klasifikasi metode terawasi dan benar-benar merupakan objek yang dimaksud. Keterpisahan pixel-pixel training sampel harus dapat dievaluasi, diuji, dibahas, diperiksa dan dipertimbangkan dalam bentuk nilai statistik yaitu rata-rata, standar deviasi, variansi, dan derajat kepercayaan, melalui algoritma pemilihan ciri antar band.

Pengambilan training sampel, yang perlu diperhatikan adalah jumlah poligon sampel harus memenuhi persyaratan akurasi, dengan jumlah minimal 3 (tiga) poligon setiap objek. Di dalam poligon minimal 9 pixel, syarat pixel-pixelnya memiliki kemiripan dan keseragaman nilai keabuan / rona sesuai dengan informasi kelas objek. Pengambilan sampel dilaksanakan dengan cara acak (random) tanpa melihat bentuk poligon.

Uji Training Sample

Jumlah luasan *training sample* kira-kira minimal 10% dari total luas cakupan data yang akan diklasifikasi. Penetapan *training sample* dapat dilakukan dengan menggunakan data acuan berupa informasi, survey lapangan, data penginderaan jauh resolusi lebih tinggi dan pengenalan objek secara visual. Untuk mengetahui tingkat keterpisahan training sample digunakan teknik statistik pada perangkat lunak yang digunakan dan hasilnya dilihat pada *Producer accuracy* harus lebih dari 90%. Besaran tingkat keterpisahan ini diambil dari rata-rata hasil uji coba kelompok peneliti dan pengolah data

Klasifikasi

Dalam klasifikasi objek penutup lahan, diperlukan suatu metode yang tepat untuk menentukan objek yang di maksud. Pemilihan metode klasifikasi pada dasarnya dilakukan untuk meningkatkan tingkat akurasi dari hasil klasifikasi objek. Standard metode klasifikasi objek penutup lahan tersebut harus mengikuti standard klasifikasi yang telah ditetapkan oleh lembaga. Pedoman ini menganjurkan menggunakan metode umum, simpel yang terdapat pada beberapa aplikasi perangkat lunak dan mudah dijangkau pengguna. Adapun metode klasifikasi umum antara lain *Maximum Likelihood*, *Mahalanobis Distance*, Berbasis Objek dan metode yang lain sesuai dengan kemampuan perangkat lunak yang dimiliki.

Filtering dan Editing

Keakuratan hasil klasifikasi dapat ditingkatkan dengan pengolahan pasca klasifikasi dengan cara editing dan filtering. Editing dilakukan jika terjadi kesalahan klasifikasi setelah verifikasi maupun validasi berdasarkan data acuan. Filtering dilakukan untuk mengeneralisasi objek yang terklasifikasi tetapi kurang dari 9 pixel. Banyak metode dan analisa filtering yang dapat digunakan diantaranya adalah metode *Majority*, *Minority*, *Mean*, *Median* dan lain-lain.

Uji Akurasi

Akurasi klasifikasi penutup lahan menggunakan data penginderaan jauh wajib dilakukan dalam proses klasifikasi untuk mengetahui tingkat keakuratan metode yang dipilih. Dalam uji akurasi, *Training sample* yang sudah digunakan untuk klasifikasi tidak boleh digunakan kembali dalam perhitungan akurasi. Training sample untuk menguji akurasi klasifikasi diperoleh dari training sampel baru berdasar data-data acuan. Data acuan bisa diperoleh dari informasi penutup lahan wilayah, informasi Rupa Bumi, atau survey lapangan. Akurasi klasifikasi penutup lahan yang diperkenankan adalah rata-rata di atas 75%. Besaran tingkat keterpisahan ini diambil dari rata-rata hasil uji coba kelompok peneliti dan pengolah data

Penyajian

Hasil klasifikasi penutup lahan disajikan dalam bentuk analog maupun digital. Berdasarkan kajian dan sistem klasifikasi penutup lahan dan kesetaraan data penginderaan jauh dengan pemetaan, maka tingkat dan jumlah kelas penutup lahan yang disesuaikan dengan kemampuan data penginderaan jauh.

Tabel.2. Sistem Klasifikasi Penutup Lahan Berbasis Penginderaan Jauh

Tingkat 1 Resolusi Rendah	Tingkat 2 Resolusi Menengah	Tingkat 3 Resolusi Menengah/Tinggi
Air	1.1. Perairan Laut	1.1.1. Air Laut Dalam 1.1.2. Air Laut Dangkal
	1.2. Perairan Darat	1.2.1. Danau 1.2.2. Waduk 1.2.3. Setu 1.2.4. Rawa 1.2.5. Tambak 1.2.6. Sungai
Vegetasi	2.1. Hutan	2.1.1. Hutan Lahan Basah 2.1.2. Hutan Lahan Kering 2.1.3. Belukar/Semak
	2.2. Perkebunan	2.2.1. Perkebunan Industri 2.2.2. Perkebunan Campuran
	2.3. Pertanian	2.3.1. Pertanian semusim 2.3.2. Tegalan/Ladang
Tanah	3.1. Lahan Terbangun	3.1.1. Permukiman Kota 3.1.2. Permukiman Desa 3.1.3. Fasilitas Umum
	3.2. Lahan Terbuka	3.2.1. Pasir 3.2.2. Galian Tambang 3.2.3. Endapan Lahar 3.2.4. Batuan 3.2.5. Gosong

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian, bahwa untuk membuat panduan / pedoman standard pengolahan data penginderaan jauh secara digital untuk klasifikasi penutup lahan harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Berdasarkan kajian terhadap beberapa literatur, terdapat beberapa metoda klasifikasi dan tidak dapat dipastikan metode yang paling optimal, oleh karena itu dalam melakukan pengolahan diperkenankan untuk menggunakan metode sesuai dengan kemampuan sumberdaya yang dimiliki.

2. Upaya keseragaman, pengolahan klasifikasi yang dapat digunakan sebagai acuan adalah pengambilan sampel terdistribusi merata, jumlah sample tiap objek minimal 3 polygon dan polygon minimal 9 pixel, metode supervised maximum likelihood, dan filtering yang digunakan majority 3x3.
3. Data penginderaan jauh siap olah dipastikan sudah standard lembaga yang ditunjuk.
4. Berdasarkan uji coba sumberdaya manusia sangat berpengaruh dalam menentukan akurasi klasifikasi, sehingga perlu adanya standard kompetensi SDM untuk pengolahan dan analisis data penginderaan jauh.
5. Anjuran standard hasil pengolahan yang diperkenankan untuk tingkat keterpisahan training sample minimal 90% dan tingkat akurasi klasifikasi 75%
6. Penyajian klasifikasi penutup lahan baik secara analog maupun digital didasarkan pada kaidah kartografi dan SNI.
7. Saran perlu adanya FGD/konvensi Nasional untuk membahas panduan/pedoman standard pengolahan data penginderaan jauh untuk klasifikasi penutup lahan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Syukur Alhamdulillah saya panjatkan atas kehadiran Allah SWT, sehingga kajian ini dapat terlaksana dan diselesaikan dengan baik atas petunjukNya. Selanjutnya saya ucapkan terimakasih pada Pimpinan Lembaga di lingkungan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional khususnya para pimpinan di lingkungan Pusfatja – Lapan serta teman-teman para peneliti atas masukan dan sarannya. Selaku manusia, kajian ini tidak menutup kemungkinan masih banyak kekurangannya, kritik dan saran yang membangun masih sangat diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, James R, 1976, “A Land Use And Land Cover Classification System For Use With Remote Sensor Data”, United States Government Printing Office, Washington: 1976
- Arbiol a , R., Zhang b, Palà a “Advanced Classification Techniques: A Review” A Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC), Parc de Montjuïc, E-08038 Barcelona, Spain.
- LU, D and Q. WENG, 2006, “A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance” Center for the Study of Institutions, Population, and Environmental Change, Indiana, University, Bloomington, IN 47408, USA.
- VOGELMANN, 1998 “Regional Land Cover Characterization Using Landsat Thematic Mapper Data And Ancillary Data Sources “ Environmental Monitoring and Assessment 51: 415–428, Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
- SNI, “Klasifikasi Penutup Lahan “ BSN, Jakarta
- Thompson, M, 1996, “A Standard Land Cover Classification scheme for remoter sensing applications in South Africa”:, Shouth African Journal of Since.
- Indarto, dkk, 2009, “Identifikasi Dan Klasifikasi Peruntukan Lahan Menggunakan Citra Aster” Media Teknik Sipil, UNEJ, Jember.
- Laporan Akhir Kegiatan Quick Wins T.A. 2010, “ Standarisasi Klasifikasi Dan Informasi Spasial Penutup Lahan Berbasis Data Satelit Penginderaan Jauh Optis”, Pusbangja, Lapan.
- Marini, Yenni, dkk, 2014, “Perbandingan Metode Klasifikasi Supervised Maximun Likelihood dengan Klasifikasi Berbasis Obyek untuk Inventarisasi Lahan Tambak di Kabupaten Maros”, Proseding Sinasinderaja, Jakarta.
- Al-Ahmadi, F. S. and A. S. Hames, 2009, “Comparison of Four Classification Methods to Extract Land Use and Land Cover from Raw Satellite Images for Some Remote Arid Areas, Kingdom of Saudi Arabia” JKAU; Earth Sci.