

**OPTIMALISASI PARAMETER SEGMENTASI UNTUK PEMETAAN
LAHAN SAWAH MENGGUNAKAN CITRA SATELIT LANDSAT
(STUDI KASUS PADANG PARIAMAN, SUMATERA BARAT DAN
TANGGAMUS, LAMPUNG)
(PARAMETER OPTIMIZATION OF SEGMENTATION FOR WETLAND
MAPPING USING LANDSAT SATELLITE IMAGE (CASE STUDY
PADANG PARIAMAN-WEST SUMATERA, AND
TANGGAMUS-LAMPUNG)**

I Made Parsa

Peneliti Bidang Sumber Daya Wilayah Darat, Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, Lapan

e-mail: parsa_lpn@yahoo.com

Diterima 5 Maret 2013; Disetujui 21 Juni 2013

ABSTRACT

Pixel-based digital-image classification results often contain of salt and pepper effects, while the visual classification has weakness because frequently provide inconsistent results. Due to the above, this study describes "Segmentation Parameter Optimization for Wetland Mapping Using Landsat Satellite Image" with object-based classification. The main objective of this study is to find out the optimal combination of segmentation parameters for paddy field mapping. The study was carried out in two sites namely in Pariaman, -West Sumatera Province and in Tanggamus, -Lampung Province using segmentation of Landsat acquired in 2008 and visual interpretation of multitemporal Landsat images acquired in 2000~2009. Landsat segmentation covers two steps, firstly segmentation to optimize the parameter of color and compactness values, secondly to optimize the segmentation scale parameter. For validation, the study used both the visual-based and quantitative-based classification results of 2005 and 2007 derived from Quickbird image. Qualitative test includes object separation and segmentation accuracy of the first step of segmentation, while quantitative test is performed using confusion matrix on the second step of segmentation. This study results show that within the combinations of parameter values analyzed, the combination of parameter color value of 0.9, shape of 0.1, compactness of 0.5, and smoothness of 0.5 provides the most similar segmentation to the data reference. Meanwhile, the best scale that meet the rules of cartography is scale of 8 for Pariaman study area and scale of 6 for Tanggamus study area having accuracy ranges from 90.7% to 96.3%. This study concluded that the effect of different quality of geometry of Landsat images against Quickbird images shows the maximum error of segment tolerance the origin of 4 ha to 16.70 ha for Pariaman site and to 13.32 ha for Tanggamus test site. This tolerances are still acceptable at 11 segmentation scales. Finally it was found that, the most optimal combination of parameters for mapping paddy field is at a scale of 11, color of 0.9 and compactness of 0.5.

Keywords: Field mapping, Segmentation, Optimization parameters, Landsat images

ABSTRAK

Klasifikasi citra digital berbasis pixel seringkali memberikan hasil yang masih mengandung efek *salt and pepper*, sementara klasifikasi visual mempunyai kelemahan karena sering dianggap tidak konsisten. Berkenaan dengan permasalahan tersebut, maka pada penelitian ini dilakukan kajian tentang "Optimalisasi Parameter Segmentasi

untuk Pemetaan Sawah Menggunakan Citra Satelit Landsat” yang merupakan klasifikasi digital berbasis obyek. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mencari kombinasi parameter segmentasi yang paling optimal guna pemetaan lahan sawah. Penelitian dilaksanakan di dua wilayah yaitu di Padang Pariaman, Sumatera Barat dan Tanggamus, Lampung menggunakan metode segmentasi citra Landsat tahun 2008 dan interpretasi visual citra Landsat multiwaktu rekaman tahun 2000~2009. Segmentasi citra Landsat mencakup dua tahap, pertama segmentasi untuk optimalisasi nilai parameter warna, bentuk, kekompakkan, dan kehalusan; dan kedua segmentasi untuk optimalisasi parameter skala. Sebagai referensi, digunakan hasil klasifikasi citra Quickbird 2005 dan 2007 dengan pendekatan teknik kualitatif (visual) dan kuantitatif. Pengujian secara kualitatif meliputi parameter keterpisahan obyek dan akurasi segmen terhadap hasil segmentasi tahap satu, sedangkan pengujian kuantitatif dengan matrik kesalahan dilakukan terhadap hasil segmentasi tahap kedua. Hasil menunjukkan bahwa; kombinasi nilai parameter warna 0,9, bentuk 0,1, kekompakkan 0,5, kehalusan 0,5 memberikan hasil segmentasi yang paling mirip dengan data referensi. Pengaruh skala yang paling baik (sesuai kaidah kartografi) adalah skala 8 (lokasi uji Padang Pariaman) dan skala 6 (lokasi uji Tanggamus) dengan ketelitian pemetaan 90,7% sampai 96,3%. Studi ini menyimpulkan bahwa pengaruh perbedaan kualitas geometri citra Landsat terhadap citra Quickbird menunjukkan toleransi kesalahan maksimum segmen yang semula 4 ha menjadi 16,70 ha untuk lokasi uji Padang Pariaman dan menjadi 13,32 ha untuk lokasi uji Tanggamus. Toleransi ini masih terpenuhi pada segmentasi skala 11. Akhirnya studi ini menemukan bahwa kombinasi parameter yang paling optimal untuk pemetaan lahan sawah adalah skala 11, warna 0,9 dan kekompakan 0,5.

Kata kunci: *Pemetaan sawah, Segmentasi, Optimalisasi parameter, Citra Landsat*

1 PENDAHULUAN

Teknik klasifikasi untuk citra penginderaan jauh secara umum dibedakan menjadi dua yaitu klasifikasi visual dan klasifikasi digital. Klasifikasi visual dilakukan dengan interpretasi dan deliniasi citra secara langsung, sedangkan klasifikasi digital dilakukan dengan metode *supervised/unsupervised* (hanya didasarkan nilai digital citra) menggunakan perangkat lunak tertentu. Masing-masing teknik klasifikasi tersebut mempunyai keunggulan dan kelemahannya, walaupun hingga saat ini masih menjadi perdebatan. Metode klasifikasi visual yang dilakukan dengan teknik interpretasi berdasarkan kunci interpretasi seperti warna, bentuk, ukuran, pola, tekstur, lokasi, dan asosiasi serta hubungan antar obyek yang ada disamping menggunakan pengetahuan dan pengalaman manusia (Shunji Murai, 1993, Anonim, 2008). Deliniasi dapat dilakukan secara

manual pada *hardcopy* maupun *on screen*. Walaupun dalam beberapa hal interpretasi citra dapat dilakukan dengan cukup baik, tetapi deliniasi manual seringkali tidak dapat dilakukan dengan konsisten sehingga hasilnya bersifat sangat subjektif. Sementara itu hasil klasifikasi digital yang konvensional (berbasis pixel), selalu mengandung efek “*salt and pepper*” (Qian Yu, *et al.*, 2006.) dan seringkali kurang sesuai dengan pola penutup/penggunaan lahan yang ada.

Saat ini metode klasifikasi digital telah berkembang demikian pesatnya terutama klasifikasi digital berbasis obyek. Metode klasifikasi ini akan meminimalkan kelemahan klasifikasi berbasis pixel (yang hanya didasarkan nilai digital) dengan menambahkan beberapa parameter lain (Kampouraki, 2007). Metode klasifikasi ini menggunakan tiga parameter utama sebagai pemisah obyek, yaitu skala, bentuk,

kekompakkan. Klasifikasi digital ini memiliki keunggulan pada pemisahan antar obyek yang sangat akurat dan presisi sehingga dengan demikian dapat menjadi alternatif untuk menggantikan klasifikasi digital berbasis pixel dan klasifikasi visual/delineasi. Klasifikasi digital ini juga memiliki kelebihan dalam efisiensi waktu pengerjaan. Penelitian Kampouraki, (2007) menyimpulkan bahwa segmentasi otomatis mempunyai potensi yang cukup besar untuk menggantikan delineasi manual. Sementara itu Soelaiman Rully, dkk., (2008) menyimpulkan bahwa parameter skala dan warna sangat mempengaruhi hasil dan waktu segmentasi. Semakin besar skala, hasil segmentasi semakin detil karena semakin banyak *region* yang terbentuk. Semakin besar *threshold* kuantisasi warna, maka jumlah *cluster* warna yang terbentuk semakin sedikit karena semakin banyak *cluster* warna yang digabungkan.

Segmentasi merupakan suatu bagian yang sangat penting dalam analisis citra secara otomatis, sebab pada prosedur ini obyek yang diinginkan akan disadap untuk proses selanjutnya, misalnya: pada pengenalan pola. Qian Yu (2006), menemukan bahwa menggunakan obyek sebagai unit klasifikasi minimal membantu mengatasi efek “*salt and pepper*” yang dihasilkan dari metode klasifikasi tradisional berbasis pixel dimana fitur spektral, topografi, tekstur dan geometri obyek, informasi topografi sebagai informasi tambahan adalah fitur yang sangat penting untuk klasifikasi vegetasi alami. Dengan klasifikasi berbasis obyek, akurasi klasifikasi vegetasi meningkat secara signifikan melampaui 40 persen, yang telah dianggap sebagai kemustahilan dalam pemetaan vegetasi yang kompleks berbasis penginderaan jauh. Peijun Li (2011) menyimpulkan bahwa segmentasi dan klasifikasi berbasis obyek citra resolusi sangat tinggi untuk pemetaan daerah perkotaan memberikan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan klasifikasi berbasis pixel.

Hasil proses segmentasi tergantung beberapa parameter, yaitu: *Scale Parameter*, merupakan istilah abstrak yang menentukan nilai maksimum heterogenitas yang dibolehkan dalam menghasilkan obyek-obyek citra. Untuk data yang heterogen obyek-obyek yang dihasilkan untuk skala parameter tertentu akan menjadi lebih kecil daripada data yang lebih homogen. Dengan memodifikasi nilai skala parameter dapat dibuat ukuran obyek-obyek citra yang beragam.

Dengan memodifikasi kriteria bentuk kita dapat secara tidak langsung menentukan kriteria warna. Dalam pengaruhnya dengan mengurangi nilai dalam kolom bentuk kita mendefinisikan berapa persen nilai-nilai spektral pada layer citra yang akan berkontribusi terhadap keseluruhan kriteria homogenitas. Pembobotan ini berlawanan dengan persentase homogenitas bentuk yang ditentukan dalam kolom bentuk. Dengan memasukkan bobot kriteria bentuk dengan nilai 1 akan mengakibatkan homogenitas spasial dari obyek-obyek menjadi lebih optimum. Meski demikian kriteria bentuk tidak dapat memiliki nilai lebih dari 0,9, terkait dengan fakta bahwa tanpa informasi spektral dari citra obyek-obyek yang dihasilkan tidak akan berkaitan dengan informasi spektral sama sekali.

Kriteria kehalusan digunakan untuk mengoptimalkan obyek-obyek citra berkaitan dengan kehalusan dari batas-batas obyek. Sebagai contoh kriteria kehalusan harus digunakan ketika mengerjakan data yang sangat heterogen untuk menghindari obyek dari batas-batas yang berjumpai, sementara mempertahankan kemampuan untuk menghasilkan obyek-obyek tidak kompak.

Kriteria kekompakan digunakan untuk mengoptimalkan obyek-obyek citra dikaitkan dengan kekompakan kriteria ini harus digunakan ketika obyek-obyek citra berbeda yang lebih

kompak tetapi dipisahkan dari obyek-obyek tidak kompak hanya oleh kontras spektral yang relatif lemah.

Berkaitan dengan hal tersebut, penelitian mengambil judul “Optimalisasi Parameter Segmentasi untuk Pemetaan Sawah Menggunakan Citra Satelit Landsat”. Penelitian ini mempunyai dua tujuan utama, yaitu (1) mencari kombinasi parameter segmentasi yang paling optimal untuk pemetaan lahan sawah dan (2), menguji ketelitian segmentasi untuk pemetaan lahan sawah.

2 METODOLOGI

a. Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan mengambil dua wilayah sampel yaitu wilayah Tanggamus-Lampung dan Wilayah Padang Pariaman-Sumatera Barat dengan luas kajian berkisar 33.000 – 34.000 hektar. Lokasi ujicoba dalam penelitian ini meliputi dua

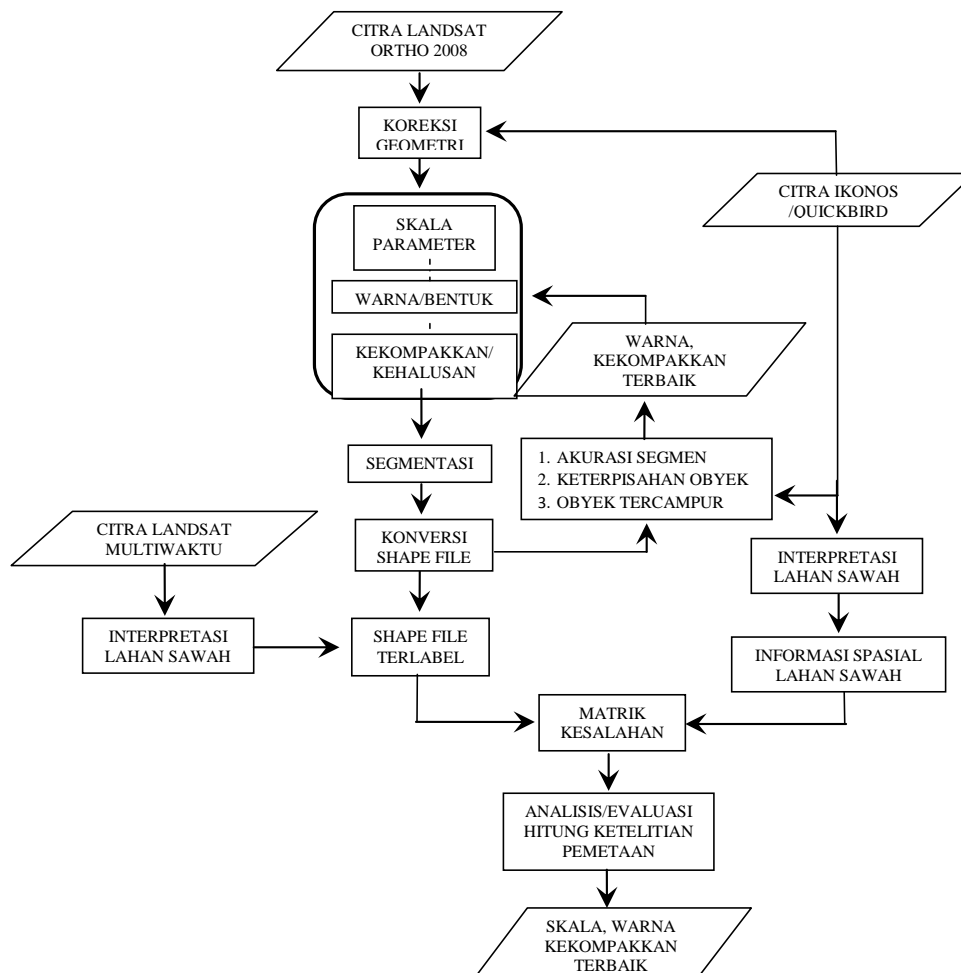
wilayah dengan karakteristik yang sedikit berbeda. Lokasi pertama adalah Tanggamus yang mempunyai karakter lahan persawahan yang terkonsentrasi dalam satu kawasan sedangkan lokasi kedua adalah Padang Pariaman lahan sawahnya cenderung lebih menyebar.

b. Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: citra satelit Landsat terkoreksi ortho multitemporal tahun 2000 sampai 2009 arsip LAPAN, citra satelit Quickbird (60 cm) tahun 2005 dan 2007.

c. Perangkat Lunak dan Perangkat Keras

Perangkat lunak yang digunakan meliputi perangkat pengolah citra ER Mapper 7.0, Definies Professional V 5.0, ArcView GIS 3.3, dan perangkat Microsoft Excel. Diagram alir pengolahan dan analisis data disajikan pada Gambar 2-1.



Gambar 2-1: Diagram alir pelaksanaan penelitian

Tahapan pengolahan dan analisis citra mencakup tahapan sebagai berikut:

- Pengolahan data

- a. Rektifikasi citra Landsat dengan referensi citra Quickbird terkoreksi.
 - b. Interpretasi visual lahan sawah pada citra Quickbird.
 - c. *Cropping* citra Landsat multiwaktu (2000 s/d 2009) sesuai dengan citra Quickbird yang tersedia. Berdasarkan hasil *cropping* ternyata citra terbaru yang kualitasnya terbaik adalah citra tahun 2008 sehingga karenanya citra ini digunakan sebagai *base* untuk disegmentasi.
 - d. Segmentasi digital citra Landsat tahap satu untuk mencari kombinasi nilai parameter warna dan kekompakan yang terbaik, dalam hal ini menggunakan satu nilai skala yaitu 20 yang dikombinasi dengan tiga kombinasi nilai warna dan kekompakan yaitu 0.9, 0.5, 0.5,0.5, dan 0.1, 0.5. Hasil segmentasi dikonversi ke format *shapefile* (shp) agar dapat dibaca menggunakan perangkat lunak ArcView.
 - e. Analisis kualitatif terhadap hasil segmentasi, meliputi akurasi segmen dan keterpisahan obyek. Berdasarkan hasil analisis ini kemudian ditetapkan kombinasi nilai warna dan kekompakan yang mampu memisahkan obyek paling baik.
 - f. Segmentasi digital tahap dua, menggunakan beberapa nilai skala yaitu 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 25 dan 30 yang dikombinasi dengan nilai warna dan kekompakan terbaik (hasil tahap e).
 - g. Interpretasi dan klasifikasi citra Landsat multitemporal menggunakan dua kelas klasifikasi liputan lahan yaitu sawah dan nonsawah. Hasil klasifikasi ini digunakan untuk memberikan label terhadap hasil segmentasi citra Landsat tahap kedua di atas.
- Evaluasi ketelitian hasil segmentasi dan klasifikasi, dilakukan dengan

matrik kesalahan (*confusion matrix*) antara hasil segmentasi/klasifikasi dengan data referensi (informasi spasial lahan sawah dari citra Quickbird). Evaluasi ini menggunakan beberapa parameter: jumlah segmen, maksimum kesalahan sawah-nonsawah, dan akurasi/ketelitian pemetaan.

- Analisis pengaruh perbedaan kualitas geometri citra, dilakukan dengan menggunakan rumus hitung perataan sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = S * [\omega \ \varphi \ K] * \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Tx \\ Ty \\ Tz \end{bmatrix} \quad (2-1)$$

Keterangan:

- X,Y,Z : koordinat tiga dimensi citra Quickbird
- S : skala
- ω : matrix rotasi sumbu X
- φ : matrix rotasi sumbu Y
- K : matrix rotasi sumbu Z
- x,y,z : koordinat tiga dimensi citra Landsat
- Tx,Ty,Tz : matrix translasi arah x,y,z

$$X=(A^T*P*A)^{-1} * (A^T*P*F) \quad (2-2)$$

$$V =A*X+F \quad (2-3)$$

$$\Sigma X = (\hat{\sigma}_o^2) * (A^T P A)^{-1} \quad (2-4)$$

$$(\hat{\sigma}_o^2)_2 = \frac{V^T * P * V}{n - u} \quad (2-5)$$

Perhitungan matriks ragam-peragam hasil hitungan (Σv):

$$\Sigma v = \hat{\sigma}_o^2 * (1 - A * (A^T * P * A)^{-1} * A^T) \quad (2-6)$$

Perhitungan matriks ragam-peragam hasil hitungan (ΣL):

$$\Sigma L = \hat{\sigma}_o^2 * (A * (A^T * P * A)^{-1} * A^T) \quad (2-7)$$

Iterasi kedua dilakukan jika:

$$\frac{\hat{\sigma} - \hat{\sigma}_{oi+1}}{\hat{\sigma}_{oi}} > \text{toleransi atau aposteriori varian}$$

$$\hat{\sigma}_0 > \text{toleransi } i$$

Keterangan:

- X :matrix parameter transformasi koordinat
- A :matrix model transformasi koordinat
- P :matrix bobot
- F :matrix pengukuran
- V :matrix residu
- $\sum X$:matrix varian-covarian
- $\sum NOL$:aposteor varian
- N :jumlah pengukuran
- U :jumlah parameter

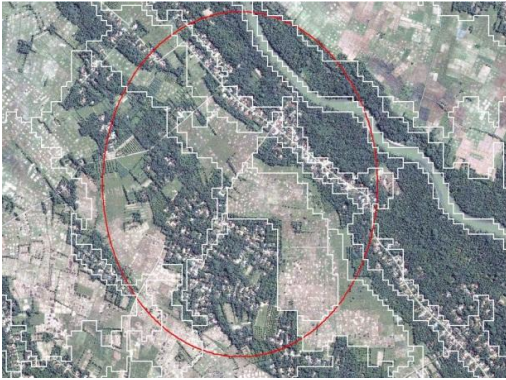
3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kualitatif terhadap hasil segmentasi tahap satu yang dilakukan pada lokasi sampel 1 (Gambar 3-1b), menunjukkan bahwa kombinasi warna 0.9, kekompakan 0.5 memberikan hasil terbaik dimana segmen yang terbentuk telah mampu memisahkan dengan baik antar kenampakan obyek yang berbeda pada citra Landsat, ini sesuai dengan plotting segmen pada citra Quickbird (Gambar 3-1a). Pada kombinasi warna 0.5, kekompakan 0.5 (Gambar 3-1c) maupun kombinasi warna 0.1, kekompakan 0.5 (Gambar 3-1d) segmen yang terbentuk belum mampu memisahkan obyek dengan baik dan masih terjadi percampuran obyek dalam satu segmen dimana vegetasi yang berwarna kekuningan menjadi satu segmen dengan vegetasi hijau maupun perkampungan. Hal yang serupa juga dapat dilihat pada analisis segmen di lokasi 2 (Gambar 4-1).

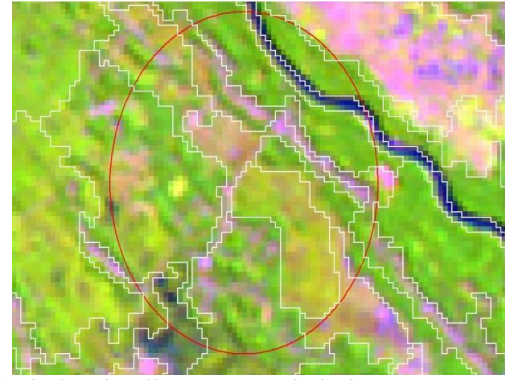
Analisis akurasi pemetaan dilakukan dengan matrik kesalahan (*confusion matrix*), yang membandingkan hasil segmentasi dengan data referensi dengan memperhatikan beberapa parameter: jumlah segmen, ketelitian pemetaan meliputi (sawah, nonsawah, dan ketelitian total). Kesalahan maksimum segmen (sawah, nonsawah) dapat dilihat pada Tabel 3-1 dan Tabel

3-2. Secara umum semakin kecil skala parameter yang diterapkan, akan menghasilkan segmen yang lebih banyak, ketelitian semakin meningkat dan kesalahan yang semakin kecil. Kesalahan maksimum segmen yang terjadi baik kesalahan segmen sawah maupun bukan sawah semakin kecil dengan semakin kecilnya skala. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Soelaiman Rully, dkk. (2008) yang menyimpulkan bahwa parameter skala dan warna sangat mempengaruhi hasil dan waktu segmentasi, semakin besar skala hasil segmentasi semakin banyak. Semakin besar *threshold* kuantisasi warna, maka jumlah *cluster* warna yang terbentuk semakin sedikit karena semakin banyak *cluster* warna yang digabungkan.

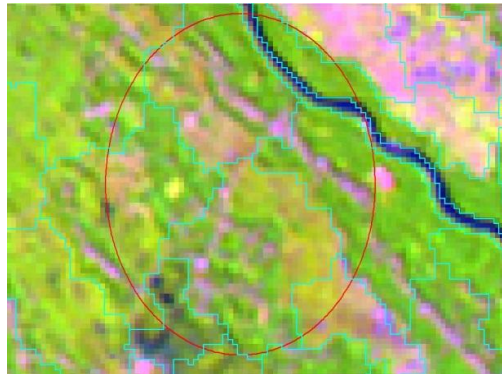
Kesalahan maksimum segmen sawah untuk lokasi uji coba Tanggamus berkisar 30,5 ha sampai 3,2 ha dan kesalahan segmen bukan sawah berkisar 130,9 ha sampai 3,7 ha sedangkan untuk lokasi uji coba Padang Pariaman berkisar 65,6 ha sampai 3,5 ha dan kesalahan segmen bukan sawah berkisar 88,9 ha sampai 4,0 ha. Kesalahan maksimum segmen ini menjadi penting dalam hubungannya dengan batas toleransi area yang harus muncul sebagai polygon yang berdiri sendiri sesuai aturan kartografi yaitu sebesar 2mm persegi (Bakosurtanal, 2006) yang jika dihitung untuk skala 1:100.000 menjadi seluas 4 ha. Ini berarti bahwa untuk pemetaan skala 1:100.000, setiap area yang mempunyai luas minimal 4 ha harus dapat dipetakan (muncul sebagai area yang berdiri sendiri), sehingga dengan demikian perlakuan skala 6 untuk lokasi uji coba Tanggamus dan skala 8 untuk lokasi uji coba Padang Pariaman merupakan skala terbaik.



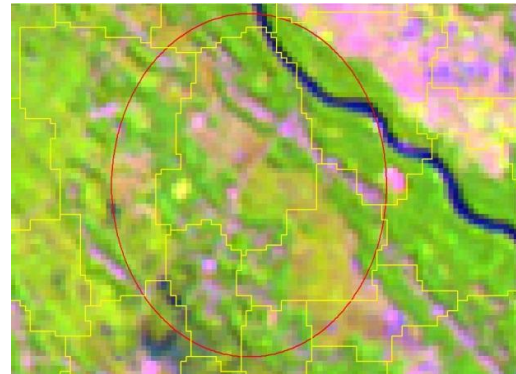
(a) Ploting hasil segmentasi skala 20, warna 0.9 dan kekompakkan 0.5 pada citra Quickbird pada lokasi 1



(b) Ploting hasil segmentasi skala 20, warna 0.9 dan kekompakkan 0.5 pada citra Landsat pada lokasi 1



(c) Ploting hasil segmentasi skala 20, warna 0.5 dan kekompakkan 0.5 pada citra Landsat pada lokasi 1

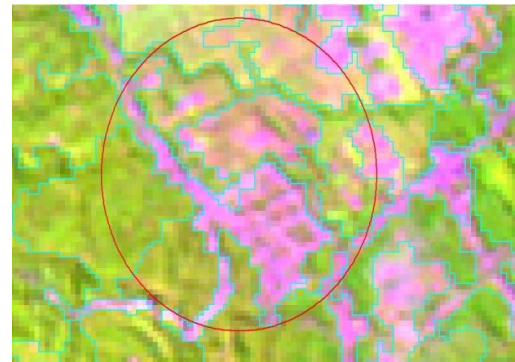


(d) Ploting hasil segmentasi skala 20, warna 0.1 dan kekompakkan 0.5 pada citra Landsat pada lokasi 1

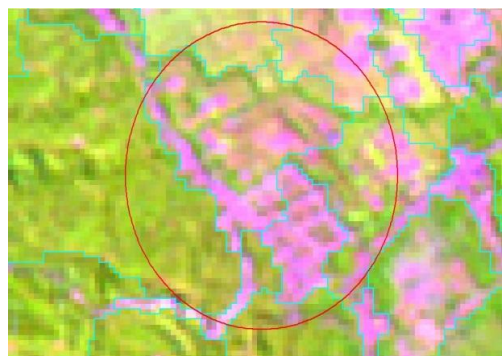
Gambar 3-1: Analisis kualitatif antar kombinasi nilai warna, kekompakkan pada lokasi 1



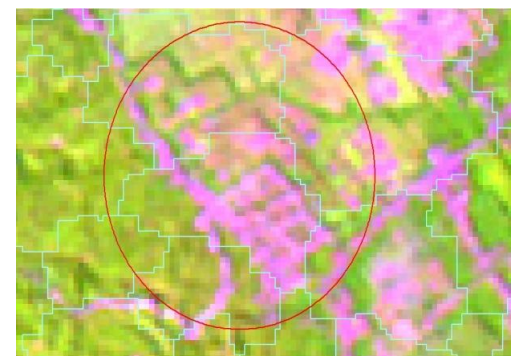
(a) Ploting hasil segmentasi skala 20, warna 0.9 dan kekompakkan 0.5 pada citra Quickbird pada lokasi 2



(b) Ploting hasil segmentasi skala 20, warna 0.9 dan kekompakkan 0.5 pada citra Landsat lokasi 2



(c) Ploting hasil segmentasi skala 20, warna 0.5 dan kekompakkan 0.5 pada citra Landsat pada lokasi 2



(d) Ploting hasil segmentasi skala 20, warna 0.1 dan kekompakkan 0.5 pada citra Landsat lokasi 2

Gambar 3-2: Analisis kualitatif antar kombinasi nilai warna, kekompakkan pada lokasi 2

Tabel 3-1: HASIL ANALISIS KUANTITATIF SEGMENTASI UNTUK PEMETAAN LAHAN SAWAH LOKASI UJI COBA TANGGAMUS, LAMPUNG

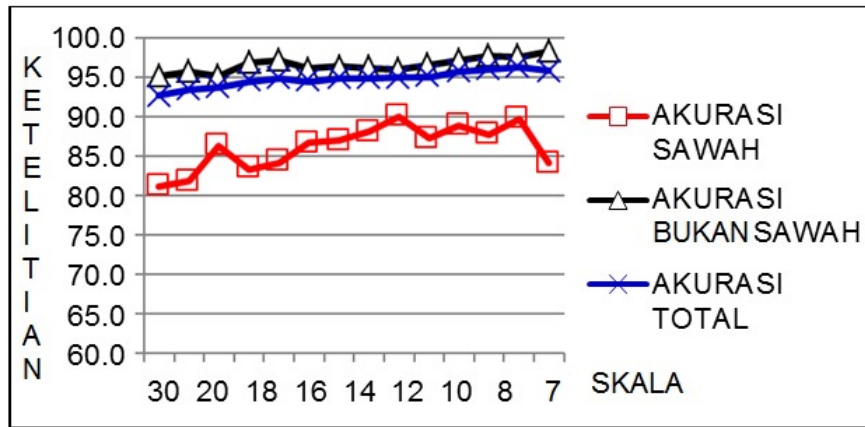
SKALA	JUMLAH SEGMENT	MAKSIMUM KESALAHAN (ha)		AKURASI SAWAH	AKURASI NONSAWAH	AKURASI TOTAL
		SAWAH	NONSAWAH			
30	1491	30.5	130.9	81.2	95.1	92.7
25	1873	23.4	130.9	81.8	95.8	93.4
20	1984	24.3	38.7	86.2	95.2	93.7
18	1984	23.4	38.7	83.3	96.8	94.5
16	3061	10.6	38.1	84.2	97.1	94.9
15	3498	8.5	38.1	86.7	96.1	94.5
14	4084	8.7	26.7	87.0	96.5	94.8
13	4822	8.0	44.6	88.1	96.2	94.9
12	5692	6.3	26.0	90.0	96.0	95.0
11	6723	7.9	9.5	87.3	96.6	95.1
10	8079	7.9	5.7	88.8	97.2	95.7
8	8729	7.6	5.0	87.7	97.8	96.1
7	11338	3.2	7.8	89.7	97.6	96.3
6	21784	3.5	3.7	84.1	98.3	95.9

Tabel 3-2: HASIL ANALISIS KUANTITATIF SEGMENTASI UNTUK PEMETAAN LAHAN SAWAH LOKASI UJI COBA PADANG PARIAMAN, SUMATERA BARAT

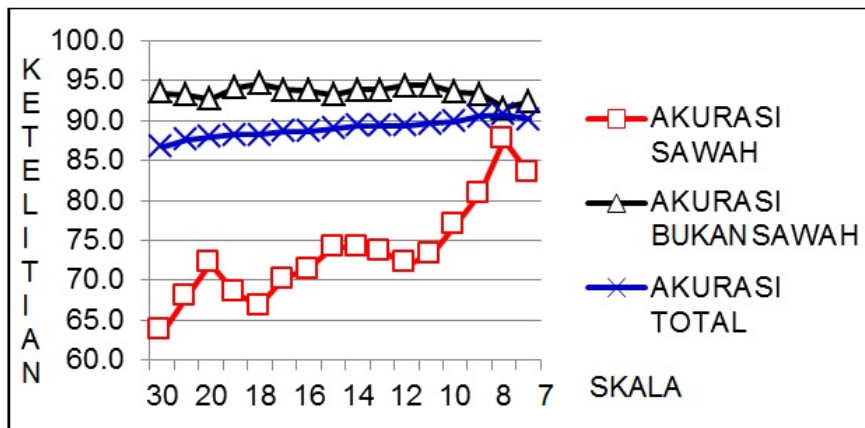
SKALA	JUMLAH SEGMENT	MAKSIMUM KESALAHAN (ha)		AKURASI SAWAH	AKURASI NONSAWAH	AKURASI TOTAL
		SAWAH	NONSAWAH			
30	926	65.6	88.9	63.6	93.4	86.7
25	1394	32.3	45.9	67.9	93.3	87.6
20	2339	16.6	25.5	69.5	93.6	88.2
19	2652	26.0	21.6	68.4	94.1	88.3
18	3002	19.1	19.1	66.8	94.6	88.3
17	3421	16.3	23.8	70.3	94.0	88.6
16	3967	14.0	19.1	71.3	93.7	88.7
15	4579	14.0	13.8	74.2	93.3	89.0
14	5289	13.4	14.4	74.0	93.8	89.4
13	6277	13.4	11.2	73.6	94.0	89.4
12	7444	13.4	8.4	72.0	94.4	89.3
11	8973	8.6	8.8	73.1	94.5	89.7
10	11036	6.1	6.0	76.9	93.6	89.8
9	13501	6.2	4.6	80.8	93.3	90.5
8	17061	3.7	4.0	87.6	91.7	90.7
7	22245	3.5	5.2	83.4	92.3	90.3

Sementara itu ketelitian hasil pemetaan (ketelitian total) untuk lokasi uji coba Tanggamus, berkisar antara 92,7% (skala 30) sampai 96,3% (skala 7), sedangkan ketelitian pemetaan untuk lokasi uji coba Padang Pariaman berkisar 86,7% (skala 30) hingga 90,7%

(skala 8). Dengan demikian ketelitian pemetaan terbaik juga terjadi pada perlakuan skala 6 untuk lokasi uji coba Tanggamus dan skala 8 untuk lokasi uji coba Padang Pariaman. Hasil analisis disajikan pada Gambar 3-3 dan 3-4.



Gambar 3-3: Hasil analisis akurasi sawah, akurasi bukan sawah dan akurasi total untuk lokasi uji coba Tanggamus, Lampung



Gambar 3-4: Hasil analisis akurasi sawah, akurasi bukan sawah dan akurasi total untuk lokasi uji coba Padang Pariaman, Sumatera Barat

Analisis pengaruh perbedaan kualitas geometri citra

Hasil penghitungan kesalahan geometri citra yang digunakan menunjukkan bahwa standar deviasi untuk lokasi uji coba Tanggamus 6,990 sedangkan untuk lokasi uji coba Padang Pariaman 9,526. Dengan memperhatikan toleransi kesalahan menurut standar internasional yang mengisyaratkan ketelitian geometri minimal 90% atau 3 σ (SNI, 2002; Moffitt, F. H. And Mikhail, E. M., 1980), maka diperoleh toleransi kesalahan untuk lokasi uji Padang Pariaman 16,70 ha dan untuk lokasi uji Tanggamus 13.32 ha. Jika toleransi kesalahan ini dikaitkan dengan Tabel 3-1 dan Tabel 3-2, maka dapat disimpulkan bahwa kombinasi parameter yang paling optimal untuk pemetaan lahan sawah adalah skala 11, warna 0.9 dan kekompakan 0.5.

4 KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian sebagaimana diuraikan di atas, maka penelitian ini dapat menyimpulkan bahwa:

- Kombinasi parameter yang menghasilkan toleransi kesalahan segmen yang memenuhi persyaratan kartografi adalah skala 6, warna 0.9, dan kekompakan 0.5 untuk lokasi uji Tanggamus dan skala 8, warna 0.9, kekompakan 0.5 untuk lokasi uji Padang Pariaman.
- Kombinasi parameter yang paling optimal untuk pemetaan lahan sawah adalah skala 11, warna 0.9 dan kekompakan 0.5.
- Ketelitian klasifikasi (*overall accuracy*) maksimum untuk pemetaan lahan sawah berkisar antara 90,7% sampai 96,3 %.

4.1 Saran

Berkaitan dengan beberapa kesimpulan yang telah disampaikan di atas, disarankan agar:

- a. Perlu dilakukan validasi di wilayah lain untuk mengetahui tingkat ketelitian model pemetaan ini
- b. Perlu dilakukan kajian yang lebih mendalam dari metode segmentasi ini dengan menggunakan kombinasi nilai parameter skala, warna, dan kekompakan yang lebih bervariasi untuk memperoleh hasil segmentasi yang lebih akurat.
- c. Perlu dilakukan kajian yang lebih mendalam dari metode klasifikasi berbasis obyek ini dengan meminimalkan peran analisis visual dan menggunakan kombinasi nilai parameter yang lebih beragam untuk memperoleh hasil pemetaan liputan lahan yang lebih akurat sehingga dapat dijadikan suatu standar metode klasifikasi di masa yang akan datang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada yth. Prof. Dr. Ir. I Nengah Surati Jaya M.Sc atas bimbingan dan arahan yang telah diberikan selama penulisan makalah ini. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada Kepala Bidang Sumber Daya Wilayah Darat yang telah memfasilitasi serta teman-teman tim peneliti yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Anonim, ?. *Agricultural Parcel Detection with Definiens eCognition*. (<http://www.definiens.com>, diakses tanggal 22 Januari 2013).
- Adipranoto, P., 2005. *Kombinasi Metode Morphological Gradient dan Transformasi Watershed pada Proses Segmentasi Citra Digital*, UK Petra, Surabaya.

- Achmad, B. dan Fardausy, K., 2005. *Teknik Pengolahan Citra Digital*, Ardi Publishing, Yogyakarta.
- Anuraag Agrawal, 2010. *Object-based Classification of Range Data (Masters Thesis)*, Information Systems Engineering, Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University.
- Badan Standarisasi Nasional, 2002. *Standar Nasional Indonesia – Peta Dasar Lingkungan Pantai Indonesia skala 1:250.000*. Jakarta: BSN. 38 hlm.
- Badan Standarisasi Nasional, 2010. *Standar Nasional Indonesia-Klasifikasi Penutup Lahan*. Jakarta: BSN. 28 hlm.
- Benedictus Yoga Budi Putranto, et al., 2010. *Segmentasi Warna Citra Dengan Deteksi Warna HSV Untuk Mendeteksi Obyek*. Universitas Kristen Sayta Wacana, Yogyakarta.
- Bins, S.L., Fonseca, G.L., Erthal, J.G., Mitsuo, F., 1996. *Satellite Imagery Segmentation: A Region Growing Approach*, National Institute for Space Research, Image Processing Division, São José dos Campos, Brasil. Tersedia di <http://marte.dpi.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/02.05.09.30/doc/T205.pdf>, diakses tanggal 9 April 2013.
- Forsyth, D.A. and Ponce, J., 2003. *Segmentation by Clustering' In: Computer Vision A Modern Approach*, International Edition, Pearson Education, Inc.
- Images Interpretation and Analysis*, 2008. Natural Resources Canada. (<http://www.nrcan.gc.ca>, diakses tanggal 4 Maret 2012).
- Kampouraki M., Wood GA., Brewer TR., 2007. *The Suitability of Object-Based Image Segmentation to Replace Manual Aerial Photo Interpretation for Mapping Impermeable Land Cover*.
- Lahan Sawah. (<http://www.mediabpr.com/kamus-bisnis-bank/lahan>

- sawah.aspx, diakses tanggal 9 Maret 2011).
- Malingreau, J.P., 1986a. *Monitoring Tropical Wetland Rice Production Systems: a Test for Orbital Remote Sensing*, In: Remote Sensing and Tropical Land Management. John Wiley and Sons, New York, N.Y.
- Manual Definiens Professional 5.0*. (<http://www.definiens.com>, diakses tanggal 28 Januari 2011).
- Moffitt, F. H. And Mikhail, E. M., 1980. *Photogrammetry*. Edisi Kedua, Harper and Row Publisher, Newyork, USA.
- Murinto, Agus Harjoko, 2009. *Segmentasi Citra Menggunakan Watershed dan Intensitas Filtering sebagai Pre Processing*. Seminar Nasional Informatika 2009.
- Qian Yu, Peng Gong, Nick Clinton, Greg Biging, Maggi Kelly, and Dave Schirokauer, 2006. *Object-based Detailed Vegetation Classification with Airborne High Spatial Resolution Remote Sensing Imagery*. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing Vol. 72, No. 7, July 2006, pp. 799–811.
- Soelaiman Rully, dkk.,2008. *Segmentasi Citra Berwarna Menggunakan Algorithma Jseg*, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya, Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri Bidang Teknik Informatika.
- Shunji Murai, 1993. *Remote Sensing Note*, University of Tokyo.
- Sumengen, B., Manjunath, B, S., 2005. *Multi-scale Edge Detection and Image Segmentation*. ECE Department, UC, Santa Barbara, CA, USA.
- Peijun Li, dkk., 2011. *A Multilevel Hierarchical Image Segmentation Method for Urban Impervious Surface Mapping using Very High Resolution Imagery*. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing - IEEE J SEL TOP APPL EARTH OBS, vol. 4, no. 1, p. 103-116.

