

2

PENENTUAN *TRAINING* SAMPEL PADA METODE SEGMENTASI UNTUK KLASIFIKASI SAWAH DAN NON-SAWAH MENGUNAKAN DATA SPOT-6 (Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan)

Tatik Kartika dan I Made Parsa
Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh - LAPAN

ABSTRACT

The samples determination on segmentation method of paddy and non-paddy classification aims to know the precision of the classification based on different way of sampling method. Classification of paddy and non-paddy fields using supervised classification method depend on the training sample collection. In this research will be studied segmentation parameter which consist of scale, color, and compactness, as well as two ways take of sampling known as the First Way and the Second Way. The First way is to take the training samples for each class of existing land cover in the study site and the Second Way is just to take a sample training of paddy harvest phase, paddy vegetative phase and non-paddy. The results of both methods were tested against the results of image classification manually, the results of the delineation of boundaries of land cover in the study site. The research location is Maros in South Sulawesi Province and the data used is SPOT-6 in 2013. The result is a parameter to scale; color; and compactness for data SPOT-6 pan sharpen the classification of paddy and non-paddy fields are each worth 100; 0.9; and 0.5. The accuracy both ways when compared with the result that be obtained from visual interpretation did not differ significantly, with overall accuracy of the First way is 80.22% and of the Second Way is 79.85%.

Keywords: *paddy field, object base classification, segmentation, sample training, Maros District*

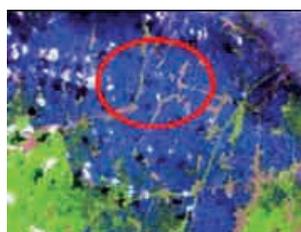
ABSTRAK

Penentuan sampel pada metode segmentasi klasifikasi sawah dan non-sawah bertujuan melihat ketelitian hasil klasifikasi berdasarkan cara pengambilan sampel yang berbeda. Klasifikasi sawah dan non-sawah menggunakan metode klasifikasi terawasi sangat bergantung pada pengambilan sampelnya. Dalam penelitian ini akan dibahas nilai parameter segmentasi skala, warna dan kekompakan, serta dua cara pengambilan sampel yang disebut sebagai Cara Pertama dan Cara Kedua. Cara Pertama adalah dengan mengambil *training* sampel untuk setiap kelas penutup lahan yang ada dalam lokasi penelitian dan Cara Kedua hanya mengambil *training* sampel sawah bera, sawah vegetatif, dan non-sawah. Hasil kedua cara tersebut diuji terhadap hasil klasifikasi citra secara manual yaitu hasil deliniasi batas penutup lahan yang ada di lokasi penelitian. Lokasi penelitian adalah Kabupaten Maros di Provinsi Sulawesi Selatan dan data yang digunakan adalah data SPOT-6 tahun 2013. Hasilnya adalah parameter skala, warna, dan kekompakan untuk data SPOT-6 *pan sharpen* bagi klasifikasi sawah dan non-sawah adalah masing-masing bernilai 100; 0,9; dan 0,5. Akurasi kedua cara pengambilan *training* sampel dibandingkan dengan data yang diperoleh dari data hasil interpretasi visual tidak berbeda signifikan, di mana ketelitian keseluruhan Cara Pertama adalah 80,22% dan Cara Kedua 79,85%.

Kata kunci: sawah, klasifikasi berbasis objek, segmentasi, *training* sampel, Kabupaten Maros

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia lahan sawah umumnya ditanami padi dan menurut Soemarno (2010), padi yang ditanam di lahan sawah dikenal sebagai padi lahan basah. Menurut Wahyunto *et al.* (2004), tanaman padi dikenali di dalam analisis citra satelit melalui fase pertumbuhannya yang terdiri atas fase air (pengolahan tanah/penggenangan), fase vegetatif, fase malai/pengisian butir, fase panen, dan fase bera (pascapanen). Sementara Parsa *et al.* (2011) dari citra komposit Landsat 5-4-3 dengan mudah dapat membedakan fase sawah, yaitu biru untuk fase air, hijau untuk fase tanam/vegetatif, dan merah untuk fase panen/bera. Dengan demikian, sawah mempunyai kenampakan yang selalu berubah-ubah, seperti ditunjukkan oleh Data Landsat 8 pada Gambar 1.



Sawah fase air (warna biru)



Sawah fase vegetatif (warna hijau)



Sawah fase malai (warna hijau)



Sawah fase bera (warna merah muda)

Gambar 1 Sawah berbagai fase (dalam lingkaran merah) dengan komposit Citra Landsat 8 RGB-654 pada lokasi yang sama

Dalam klasifikasi penutup lahan, kelas sawah merupakan penggabungan dari lahan sawah berbagai fase tersebut atau dalam istilah klasifikasi kelas sawah adalah hasil reklas dari berbagai fase pertumbuhannya.

Dalam klasifikasi digital diperlukan pengambilan sampel yang akurat sehingga hasilnya mempunyai ketelitian yang tinggi. Cara pengambilan sampel dan jumlah minimal sampel yang diambil bisa bermacam-macam. Dalam penelitian ini dibahas pengambilan sampel dengan dua cara dan berdasarkan jumlah sampel sesuai dengan Rumus Slovin maupun Tabel Krejcie. Kemudian akan dilihat bagaimana ketelitian keseluruhan dari hasil kedua cara tersebut sehingga ada rekomendasi dalam hal pengambilan sampel khususnya untuk klasifikasi sawah dan non-sawah menggunakan data SPOT-6.

Klasifikasi berbasis objek bisa menjadi alternatif karena memberikan solusi bagi masalah pada resolusi tinggi, juga menarik karena beroperasi pada objek yang sebelumnya telah dikelompokkan melalui proses segmentasi. Ide dasar dari proses ini adalah mengelompokkan piksel-piksel berdampingan menjadi objek spektral yang *homogeny* melalui segmentasi dan dilanjutkan proses klasifikasi pada objek sebagai unit proses terkecil (Qlan *et al.* 2006).

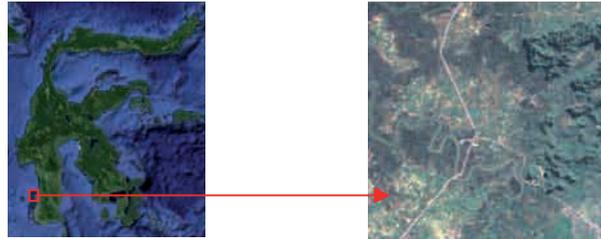
Klasifikasi data digital adalah pengelompokan piksel ke dalam suatu kelas. Hal ini sesuai dengan asumsi dalam klasifikasi citra digital bahwa setiap objek dapat dibedakan dengan objek lainnya pada nilai spektralnya. Klasifikasi terawasi memuat suatu himpunan algoritma yang didasarkan pada sampel dari objek yang diteliti (Danoedoro 2012).

Klasifikasi digital berbasis objek meminimalkan kelemahan yang hanya didasarkan pada nilai digital dengan menambahkan beberapa parameter utama sebagai pemisah, yaitu skala, warna, dan kekompakan. Penelitian ini mencari nilai parameter segmentasi tersebut dengan menggunakan jenis multiresolusi dengan Metode Nearest Neighbor. Hasilnya akan dilanjutkan dengan membahas dua cara pengambilan sampel yang berbeda dan disebut sebagai Cara Pertama dan Cara Kedua.

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi dan Data

Lokasi penelitian termasuk ke dalam area Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan dengan batas koordinat 119:34:6.87E-119:37:6.27E dan 4:54:9.86S-4:57:3.13S. Lokasi penelitian ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2 Kiri: lokasi penelitian di Sulawesi Selatan; Kanan: Citra SPOT-6 dari area penelitian

Sumber: LAPAN

Penelitian ini menggunakan data satelit penginderaan jauh SPOT-6 *pan sharpen* dengan tanggal akuisisi 28 Mei 2013 yang mempunyai resolusi spasial 1,5 meter dan terdiri atas 4 kanal yaitu Biru, Hijau, Merah, dan *Near-Infra* merah (<http://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/spot-6.html>). Keterangan mengenai sensor SPOT-6 ada pada Tabel 1.

Tabel 1 Karakteristik Sensor Satelit SPOT-6

Citra	Band
Citra Multispektral (4 kanal)	Biru (0,455 μm – 0,525 μm) Hijau (0,530 μm – 0,590 μm) Merah (0,625 μm – 0,695 μm) <i>Near-Infra</i> merah(0.760 μm – 0.890 μm)
Resolusi spasial (GSD)	Pankromatik - 1,5 m Multispektral - 6,0 m (B,G,R,NIR)

Sumber: <http://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/spot-6.html>

2.2. Metode Penelitian

Segmentasi adalah membagi suatu citra ke dalam sub-sub bagian sehingga apabila R adalah suatu citra maka segmentasi adalah membagi habis R ke dalam subregion R_1, R_2, \dots, R_n sedemikian sehingga:

$$\bigcup_{i=1}^n R_i = R \quad (1)$$

Di mana R_i merupakan region yang terhubung, tetapi tidak beririsan sehingga:

$$R_i \cap R_j = \emptyset \quad (2)$$

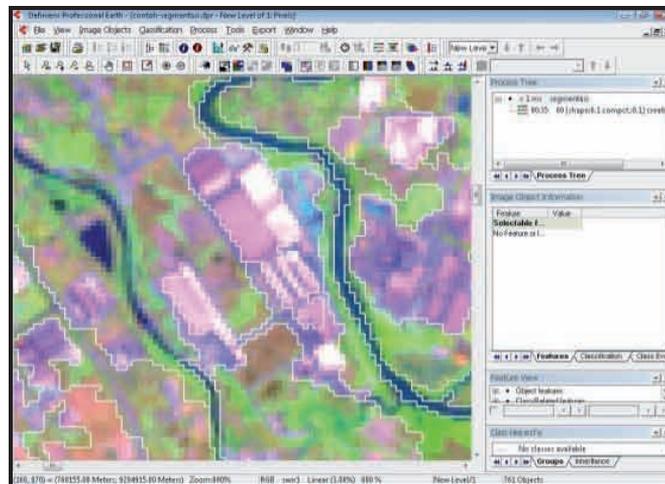
(Zucker 1976)

- a) Misalnya $T(t)$ adalah nilai ambang bawah di mana dua region dianggap sama pada waktu t , dan misalnya M_i adalah vektor nilai rata-rata dari region R_i . Misalnya $D(R_i, R_k) = \|M_i - M_k\|$ adalah jarak Euclidian antara nilai rata-rata spektral region R_i dan R_k , dan misalnya $N(R)$ adalah sekumpulan region-region tetangga dari R (tidak termasuk R sendiri). Region R_k adalah region tetangga paling mirip dari R_i jika $D(R_i, R_k) \leq D(R_i, R_l)$ untuk setiap $R_l \in N(R_i)$.

Secara sederhana dapat dinyatakan bahwa untuk masing-masing region R_i , region-region tetangganya $N(R_i)$ diuji sehingga:

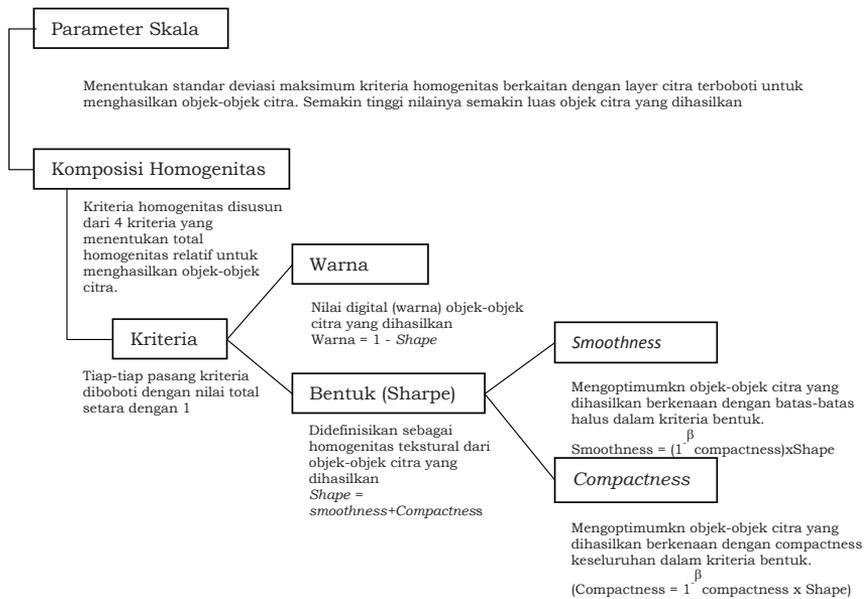
- b) Dipilih region tetangga yang paling mirip $R_k \in N(R_i)$. Jika $D(R_i, R_k) < T(t)$ maka R_k disebut “tetangga terbaik” dari R_i .
- c) Jika tetangga terbaik dari R_k ada, dan adalah R_i , maka kedua region akan digabungkan. (Bins *et al.* 1996)

Segmentasi multiresolusi merupakan suatu prosedur optimasi heuristik yang secara lokal meminimumkan rata-rata heterogenitas objek-objek pada citra untuk suatu resolusi tertentu (Gambar 3), sedangkan diagram konsep multiresolusi ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 3 Segmentasi multiresolusi

Sumber: Definiens AG (2006)



Gambar 4 Diagram konsep multiresolusi

Sumber: Definiens AG (2006)

Kunci interpretasi yang selama ini dijadikan sebagai dasar dalam penentuan kelas dalam klasifikasi visual tetap berperan penting dalam klasifikasi digital. Kunci interpretasi terdiri atas warna, rona, bentuk, lokasi, tekstur, asosiasi, pola, bayangan, dan situs. Kunci interpretasi ini akan digunakan dalam pengambilan *training* sample sebelum melakukan klasifikasi digital.

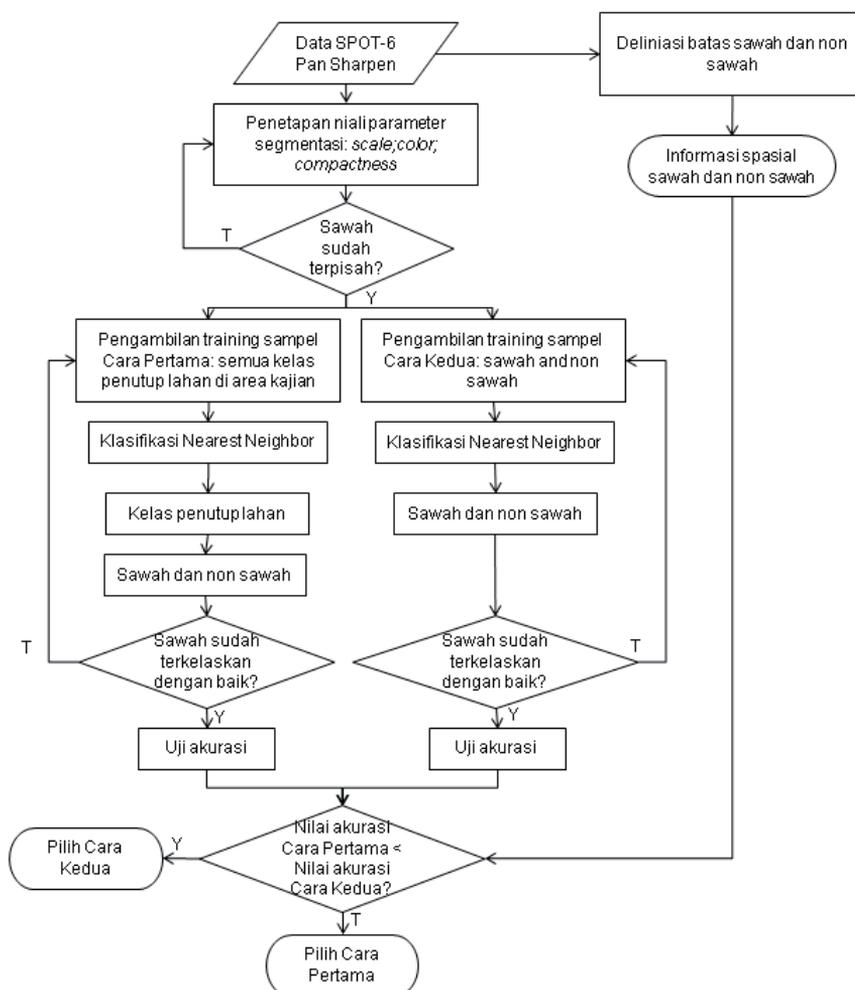
Teknik pengambilan sampel dan penentuan ukuran sampel memiliki peran penting dalam survei berbasis masalah penelitian dalam statistik terapan. Hal ini penting untuk mengetahui tentang populasi (Singh dan Masuku 2014; Congcong *et al.* 2014). Umumnya makin besar jumlah sampel maka semakin kecil peluang kesalahan. Jika jumlah populasi diketahui, maka Rumus Slovin pada persamaan (3) dapat digunakan (Tejada dan Joiyce 2012) atau menurut Krejcie dan Morgan (1970), bisa juga menggunakan tabel Krejcie, yaitu tabel untuk menentukan jumlah *training* sampel jika jumlah populasi diketahui. Tabel ini sangat mudah digunakan karena secara fungsional hanya terdiri atas kolom untuk ukuran populasi dan kolom untuk ukuran sampel (Setiawan 2007).

$$n = N / (1 + N(e^2)) \quad (3)$$

Di mana:

n=jumlah sampel, N=jumlah populasi, e=tingkat akurasi

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah klasifikasi digital berbasis objek menggunakan segmentasi dengan parameter skala, warna, dan kekompakan. Metode ini secara garis besar terdiri atas pemilihan nilai parameter, penentuan jumlah *training* sampel, pengambilan *training* sampel, klasifikasi *nearest neighbor*, dan pengujian ketelitian keseluruhan. Diagram alirnya ditunjukkan oleh Gambar 5.



Gambar 5 Diagram alir penelitian

Pemilihan nilai parameter ini diambil, apabila hasil segmentasi secara visual sudah tidak tercampur lagi antara sawah dan non-sawah. Apabila nilai parameter sudah diperoleh maka jumlah segmen yang menunjukkan besar populasi sudah diketahui sehingga dapat ditentukan jumlah *training* sampel minimal yang harus diambil.

Cara pengambilan sampel ada dua cara, yaitu disebut Cara Pertama dan Cara Kedua. Cara Pertama adalah dengan mengambil *training* sampel untuk setiap kelas penutup lahan yang ada dalam lokasi penelitian dan Cara Kedua adalah hanya mengambil *training* sampel sawah kondisi fase air, bera, dan vegetatif serta non-sawah. Namun dikarenakan pada data yang digunakan tidak ditemukan sawah fase air, maka pada kasus ini tidak diambil sampelnya. Selanjutnya hasil kedua cara tersebut diuji terhadap hasil klasifikasi citra secara manual yaitu hasil deliniasi batas penutup lahan yang ada di lokasi penelitian. Cara pengambilan sampel yang paling baik adalah yang memberikan nilai ketelitian keseluruhan yang tinggi.

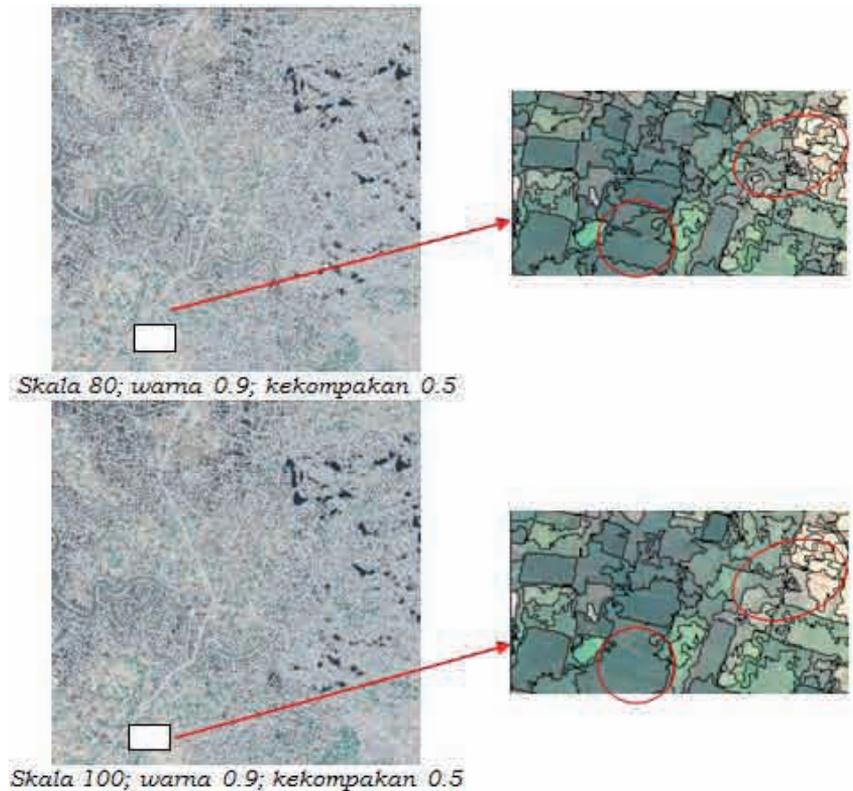
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai parameter segmentasi skala; warna; kekompakan pada data Landsat untuk pengkelasan sawah dan non-sawah, yaitu berturut-turut 11; 0,9; 0,5 (Parsa *et al.* 2013). Kemudian segmentasi skala; warna; kekompakan pada data SPOT-4 untuk pengkelasan penutup lahan yaitu berturut-turut 10; 0,9; 0,5 (Hawariyyah *et al.* 2011). Berdasarkan hal tersebut, untuk data SPOT-6 *pan sharpen* dan menghasilkan kelas sawah dan non-sawah yang resolusi spasialnya lebih tinggi maka pertama dicoba segmentasi skala; warna; kekompakan berturut-turut mulai dari skala 10; 50; dan 80 dengan warna dan kekompakan yang sama, yaitu 0,9 dan 0,5. Jumlah segmen dengan parameter 80; 0,9; 0,5 pada area penelitian adalah 21.050 di mana satu area sawah masih terbagi ke dalam poligon-poligon kecil padahal antarpoligon tersebut masih bisa digabungkan. Kemudian dicoba dengan parameter segmentasi skala; warna; dan kekompakan masing-masing 100; 0,9; 0,5. Jumlah poligon yang dihasilkan berjumlah 14.259 poligon, di mana sawah dan non-sawah sudah tersegmen dengan baik.

Hasil segmentasi dengan kedua parameter terakhir di atas ditunjukkan oleh Gambar 6. Dengan demikian untuk klasifikasi sawah dan non-sawah pada Data SPOT-6 *pan sharpen* digunakan parameter segmentasi skala; warna; dan kekompakan masing-masing 100; 0,9; 0,5.

Klasifikasi sawah dan non-sawah melalui proses klasifikasi terawasi dengan metode *Nearest Neighbor* diawali dengan penentuan *training* sampel. *Training* sampel yang akan diambil adalah dari segmen atau poligon-poligon yang dihasilkan dari proses segmentasi.

Berdasarkan analisis visual dari citra, di area penelitian terdapat kelas-kelas sawah dalam fase bera dan vegetatif, sedangkan kelas non-sawah terdiri dari tambak, sungai, semak, permukiman, lahan terbuka, bayangan, dan kelas campuran yaitu jika dalam poligon memuat lebih dari satu kelas non-sawah.



Gambar 6 Hasil segmentasi dengan parameter skala; warna; kekompakan yang berbeda (kiri) dan perbedaan hasil segmentasinya secara detail, di mana lingkaran-lingkaran merah menunjukkan penggabungan poligon untuk kelas yang sama (kanan)

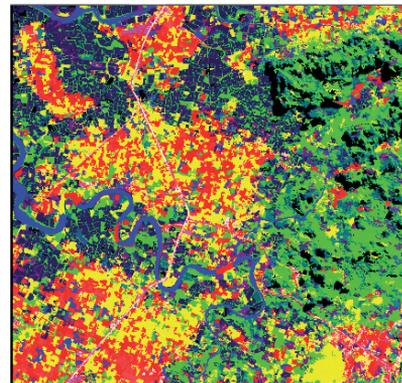
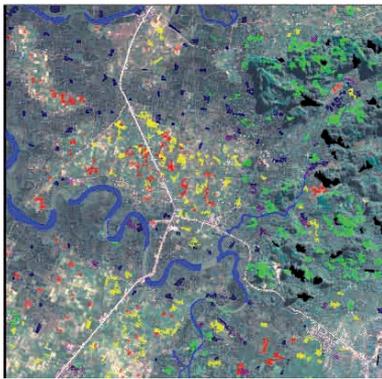
Dalam penelitian ini akan dicoba mengambil *training* sampel dengan dua cara. Cara Pertama dengan mengambil sampel pada setiap kelas yang ada di area penelitian dengan nama *training* sampel sawah fase bera, sawah fase vegetatif, badan air, bayangan, hutan, lahan terbuka, permukiman, semak, tambak air, dan kelas campuran sesuai dengan kelas penutup lahannya. Sementara Cara Kedua adalah dengan mengambil *training* sampel sawah bera, sawah vegetatif, dan non-sawah. Di area penelitian ini tidak terdapat sawah fase air.

Menurut Rumus Slovin dengan jumlah populasi 14.259 segmen dan tingkat kepercayaan 0,05, maka jumlah *training* sampel minimal adalah sebanyak 390 (dibulatkan). Sementara dari Tabel yang diberikan oleh Krejcie dianjurkan untuk mengambil *training* sampel minimal 377. Tabel Krejcie adalah tabel untuk menentukan jumlah *training* sampel jika jumlah populasi diketahui.

Tabel 2 menunjukkan jumlah *training* sampel untuk masing-masing kelas *training* sampel yang seluruhnya berjumlah 587, jumlah tersebut memenuhi Teori Slovin maupun Tabel Krejcie. Gambar 7 sebelah kiri menunjukkan sebaran sample *training* Cara Pertama dan sebelah kanan adalah hasil klasifikasinya.

Tabel 2 Jumlah *training* sampel pada masing-masing kelas penutup lahan

Kelas penutup lahan	Jumlah
Air	20
Bayangan	26
Campuran	17
Hutan	40
Lahan Terbuka	29
Permukiman	23
Sawah Bera	121
Sawah Vegetasi	99
Semak	113
Tambak Air	99
Jumlah	587



- =Air ● =Campuran ● =Lahan Terbuka ● =Sawah Bera ● =Semak
- =Bayangan ● =Hutan ● =Permukiman ● =Sawah Vegetatif ● =Tambak

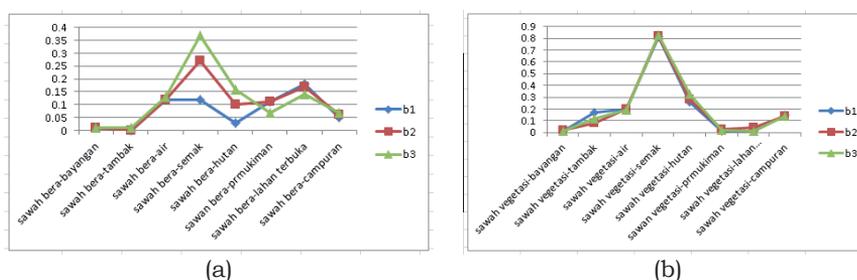
Gambar 7 Sebaran sampel Cara Pertama (a) dan hasil klasifikasi Cara Pertama (b)

Persentase ketercampuran dari sawah bera dengan kelas lainnya ditunjukkan oleh Tabel 3(a) dan grafik pada Gambar 8(a), sedangkan ketercampuran dari sawah vegetatif dengan kelas lainnya ditunjukkan oleh Tabel 3(b) dan grafik pada Gambar 8(b). Ketercampuran paling tinggi baik sawah bera maupun sawah vegetatif adalah dengan semak yang bernilai rata-rata 25,3% untuk sawah bera dan 82% untuk sawah vegetatif. Selanjutnya ketercampuran antara sawah bera dan lahan terbuka serta ketercampuran antara sawah vegetatif dengan hutan adalah cukup tinggi. Ketercampuran yang paling kecil adalah pada kelas sawah bera dengan tambak atau antara sawah vegetatif dengan lahan terbuka.

Tabel 3 Persentase ketercampuran antara sawah bera (a) dan sawah vegetatif (b) dengan kelas-kelas non-sawah

(a)			
Kelas	B1	B2	B3
	(x100%)		
Sawah bera - bayangan	0,01	0,01	0,01
Sawah bera - tambak	0	0	0,01
Sawah bera - air	0,12	0,12	0,13
Sawah bera - semak	0,12	0,27	0,37
Sawah bera - hutan	0,03	0,1	0,16
Sawah bera - permukiman	0,11	0,11	0,07
Sawah bera - lahan terbuka	0,18	0,17	0,14
Sawah bera - campuran	0,05	0,06	0,07

(b)			
Kelas	B1	B2	B3
	(x100%)		
Sawah vegetasi - bayangan	0,01	0,02	0,01
Sawah vegetasi - tambak	0,17	0,08	0,12
Sawah vegetasi - air	0,20	0,20	0,19
Sawah vegetasi - semak	0,81	0,82	0,83
Sawah vegetasi - hutan	0,26	0,28	0,33
Sawah vegetasi - permukiman	0,01	0,03	0,02
Sawah vegetasi - lahan terbuka	0,01	0,04	0,01
Sawah vegetasi - campuran	0,15	0,14	0,14

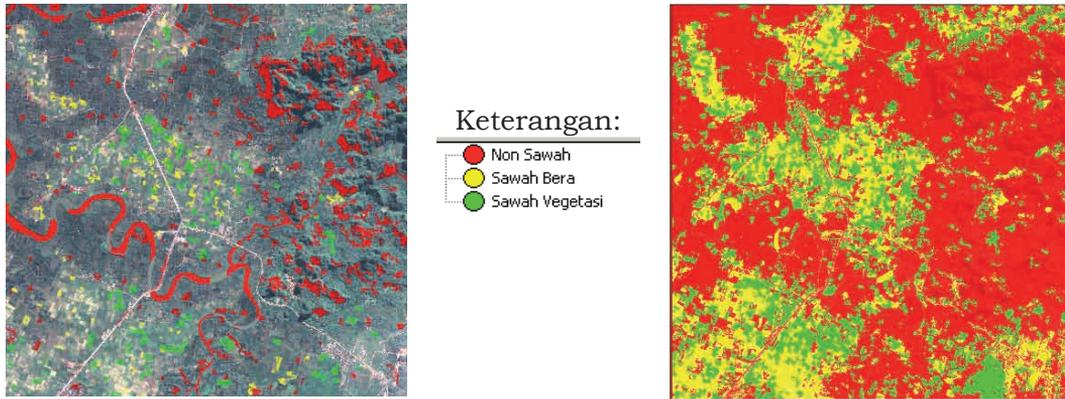


Gambar 8 Grafik persentase ketercampuran antara sawah bera (a) dan sawah vegetasi (b) dengan kelas-kelas non-sawah

Dengan *training* sampel Cara Pertama dilakukan klasifikasi *nearest neighbor* dengan hasil telah ditunjukkan pada gambar sebelumnya yaitu Gambar 7 sebelah kanan. Uji ketelitian keseluruhan hasil klasifikasi terhadap hasil klasifikasi manual sawah dan non-sawah untuk Cara Pertama ini adalah 80,22%.

Berikutnya adalah pengambilan *training* sampel Cara Kedua, yaitu dengan mengambil *training* sampel sawah bera, sawah vegetatif, dan non-sawah. Pada Cara Kedua ini diambil

training sampel yang sama dengan Cara Pertama, artinya *training* sampel untuk sawah vegetasi dan sawah bera adalah tetap, sedangkan *training* sampel lainnya digabung menjadi satu sebagai *training* sampel non-sawah. Dengan demikian, jumlah total *training* sampel tetap sama yaitu sebanyak 587. Sebaran *training* sampel untuk Cara Kedua ditunjukkan oleh Gambar 9a, sedangkan hasil klasifikasinya ditunjukkan oleh Gambar 9b. Ketercampuran dari non-sawah dan sawah vegetasi untuk setiap band yang digunakan adalah 27%, sedangkan dengan sawah bera adalah rata-rata 19,7% seperti ditunjukkan oleh Tabel 4.

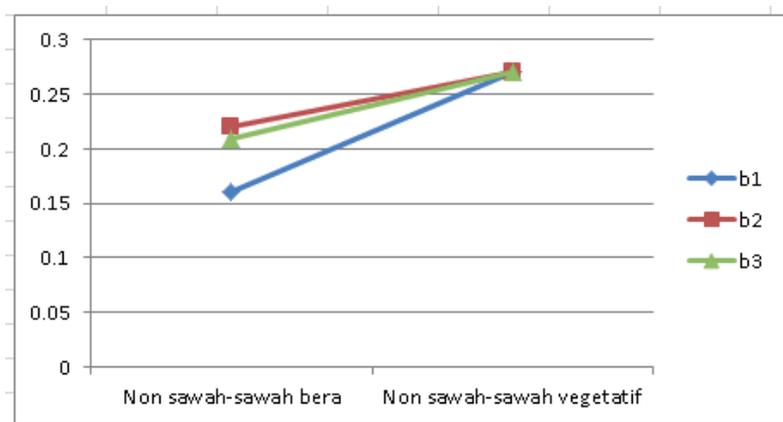


Gambar 9 (a) Sebaran *training* sampel, (b) hasil klasifikasi Cara Kedua

Tabel persentase Ketercampuran antara sawah bera dan non-sawah maupun antara sawah vegetatif dan non-sawah ditunjukkan pada Tabel 4, sedangkan grafiknya ditunjukkan pada Gambar 10. Hasil penghitungan ketelitian keseluruhan untuk Cara Kedua dibandingkan terhadap hasil klasifikasi manual sawah dan non-sawah adalah 79,85%.

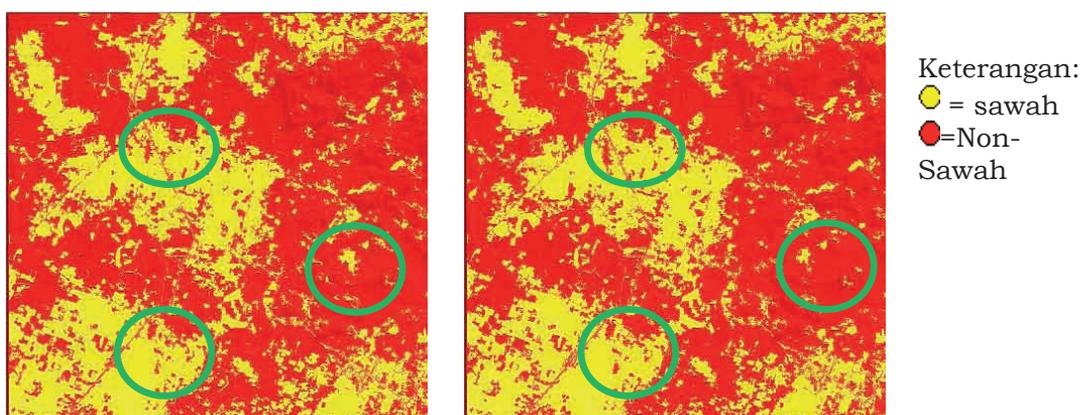
Tabel 4 Persentase ketercampuran antara sawah dan non-sawah untuk masing-masing tipe sawah

Kelas	B1	B2	B3
	(x100%)		
Non-sawah-Sawah bera	0,16	0,21	0,22
Non-sawah-Sawah vegataif	0,27	0,27	0,27



Gambar 10 Grafik persentase ketercampuran antara non-sawah dengan sawah bera dan sawah vegetatif

Jika hasil klasifikasi pada Cara Pertama dan Cara Kedua dilakukan reklasifikasi dengan menggabungkan sawah bera dan sawah vegetasi sebagai kelas sawah (warna kuning) dan lainnya sebagai kelas non-sawah (warna merah), maka hasilnya ditunjukkan oleh Gambar 11. Lingkaran warna hijau adalah contoh perbedaan hasil klasifikasi dari kedua cara yang dibahas di atas.



Gambar 11 Hasil gabungan klasifikasi kelas sawah dan non-sawah penelitian Cara Pertama (kiri) dan Cara Kedua (kanan). Lingkaran hijau memperlihatkan contoh perbedaan hasil klasifikasi

4. KESIMPULAN

Parameter segmentasi skala; warna; dan kekompakan untuk klasifikasi sawah dan non-sawah pada Data SPOT-6 *pan sharpen* masing-masing bernilai 100; 0,9; dan 0,5. Dengan parameter tersebut hasil klasifikasi menunjukkan bahwa persentase ketercampuran yang tinggi dari kedua cara adalah antara sawah dengan semak, sedangkan untuk sawah bera memiliki

ketercampuran yang cukup tinggi dengan tanah terbuka dan sawah vegetatif dengan hutan.

Pengambilan *training* sampel Cara Pertama memberikan nilai ketelitian keseluruhan lebih tinggi dibandingkan dengan Cara Kedua. Cara Pertama adalah dengan mengambil *training* sampel setiap kelas penutup lahan yang berada pada area penelitian, sedangkan Cara Kedua adalah dengan mengambil *training* sampel sawah dan non-sawah. Hasilnya, kedua cara tersebut tidak berbeda signifikan sehingga bisa disimpulkan bahwa kedua cara pengambilan *training* sampel bisa dilakukan dengan tetap memerhatikan perwakilan dari setiap penutup lahan yang ada.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Yth. Wawan K. Harsanugraha dan Dr. Dede Dirgahayu atas arahannya dalam penulisan makalah ini. Juga kepada Kapusfataja dan jajarannya atas fasilitas yang diberikan sehingga tulisan ini bisa diterbitkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bins L.S.A., M.G.F. Leila, J.E. Guaraci, M. Fernando. 1996. *Satellite Imagery Segmentation: a region growing approach*. Anais VIII Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador, Brasil. INPE: 677–680
- Congcong L., J. Wang, L. Wang, L. Hu, P. Gon. 2014. Comparison of classification algorithms and training sample sizes in urban land classification with landsat thematic mapper imagery. *Remote Sensing* 6: 964–983
- Danoedoro P. 2012. *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta (ID): Andi.
- Definiens. 2006. *User Guide: Definiens Professional version 5.0.6.2*. München. Germany: Defineiens AG.
- Hawariyyah S., N. Suwargana, T. Kartika, Silvia, A. Julzarika, N. Gultom. 2012. Pengembangan Model Standar Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh untuk Klasifikasi Hutan. Jakarta: Laporan Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh LAPAN.
- Krejcie R.V., D.W. Morgan. 1970. Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement* 30: 607–610.
- Parsa I.M., Surlan, A. Sutanto, S. Budoyo, N. Gultom. 2011. Pengembangan Model Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumber Daya dalam Rangka Mendukung Ketahanan Pangan. Laporan Akhir. Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh LAPAN. Jakarta.
- Parsa I.M. 2013. Optimalisasi Parameter segmentasi untuk pemetaan lahan sawah menggunakan citra satelit Landsat (Studi kasus Padang Pariaman, Sumatera Barat dan Tanggamus, Lampung). *Jurnal Penginderaan Jauh*. 10(1): 29–40.
- Qlan Y., G. Peng, C. Nick, B. Greg, K. Maggi, S. Dave. 2006. Object-based detailed vegetation classification with airborne high spatial resolution remote sensing imagery. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 72(7): 799–811.

- Setiawan N. 2007. Penentuan Ukuran Sampel Menggunakan Rumus Slovin dan Tabel Krejcie-Morgan: Telaah Konsep dan Aplikasinya. Diskusi Ilmiah Jurusan Sosial Ekonomi Fakultas Peternakan Unpad. Bandung (ID): Fakultas Peternakan UNPAD.
- Singh A.S., M.B. Masuku. 2014. Sampling techniques & determination of sample size in applied statistics research: an overview. *International Journal of Economics, Commerce and Management* II(11): 1–22.
- Soemarno. 2010. *Ekosistem Sawah*. <http://marno.lecture.ub.ac.id/files/2011/12/EKOSISTEM-SAWAH.pdf>. Diakses tanggal 10 April 2014.
- Tejada J.J., R.B.P. Joice. 2012. On the misuse of slovin's formula. *The Philippine Statistician* 61(1): 129–136
- Wahyunto S., R. Murdiyati, S. Ritung. 2004. Aplikasi teknologi penginderaan jauh dan uji validasinya untuk deteksi penyebaran lahan sawah dan penggunaan/penutupan lahan. *Warta Informatika Pertanian* 13: 745–768.
- Zucker S.W. 1976. Region growing: childhood and adolescence. *CGIP* 5(3): 382–389