

## UJI KETELITIAN KLASIFIKASI BERBASIS OBJEK PADA CITRA QUICKBIRD

Nurhadi Bashit<sup>1</sup>, Yudo Prasetyo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Geodesi-Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof Soedarto, SH, Tembalang, Semarang-75123 Telp./Faks: (024) 736834,  
e-mail: [nurhadi.bashit@live.undip.ac.id](mailto:nurhadi.bashit@live.undip.ac.id)

(Diterima 23 Mei 2018, Disetujui 5 Juni 2018)

### ABSTRAK

Klasifikasi merupakan salah satu tahapan pada pengolahan citra yang bertujuan untuk memperoleh informasi dari data citra satelit. Klasifikasi berbasis objek merupakan algoritma klasifikasi yang bisa digunakan untuk melakukan pengolahan citra resolusi tinggi karena memanfaatkan unsur spektral, spasial, dan tekstur objek. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji penerapan klasifikasi berbasis objek pada dua jenis citra yang tergolong sebagai citra resolusi tinggi. Penelitian ini menggunakan QuickBird direkam pada tahun 2010 yang memiliki resolusi spasial 0,6 meter, yang mencakup Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Survei lapangan dilakukan untuk mengidentifikasi skema klasifikasi dan menguji ketelitian klasifikasi. Klasifikasi dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu segmentasi, penentuan parameter merge, rule-based classification dan post classification. Klasifikasi berbasis objek memanfaatkan unsur spektral, spasial dan tekstur objek untuk melakukan pemisahan antar objek pada setiap kelas. Pemanfaatan unsur spasial objek ini merupakan keunggulan dari klasifikasi berbasis objek dalam melakukan klasifikasi citra resolusi tinggi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma klasifikasi berbasis objek dapat melakukan klasifikasi penggunaan tanah pada citra QuickBird dapat menghasilkan ketelitian hingga 92.00% dan terdiri dari 17 kelas. Dengan demikian, klasifikasi berbasis objek sangat efektif dalam melakukan klasifikasi pada citra resolusi tinggi yang memiliki tingkat variasi objek yang beraneka ragam (heterogen). Klasifikasi berbasis objek dengan menggunakan citra resolusi tinggi dapat menghasilkan tingkat akurasi yang baik.

**Kata kunci :** *Klasifikasi berbasis objek, citra resolusi tinggi, ketelitian.*

### ABSTRACT

*Classification is one step of image processing which aims to obtain information from satellite image data. Object oriented classification is a classification algorithm which can be used to process a high resolution image because it uses the object elements as spectral, spatial, and texture. The purpose of this study is to examine the application of object oriented classification on image which is categorized as high resolution image. The study use QuickBird image covering Ngaglik district, Sleman, Yogyakarta. QuickBird was acquired in 2010 which has 0.6 meters spatial resolution. A field survey was conducted for identifying the classification scheme and testing the classification accuracy. Classification has been done through several stages, involving segmentation, merge parameter determination, rule-based classification, and post classification. Object oriented classification extracts meaningful image objects into several classes based on their spectral, spatial, and texture elements. The utilization of object's spatial element is the advantage of object oriented classification in making classification on the high resolution image. The result of this study shows that object oriented classification algorithm can classify the land use on QuickBird image in up to 92.00% accuracy with 17 classes. Therefore, object oriented classification is very effective to make classification on the high resolution image. Object oriented classification which uses the high resolution image can produce a good accuracy.*

**Keywords :** *Object oriented classification; high resolution image; accuracy.*

### 1. PENDAHULUAN

Citra resolusi tinggi merupakan citra untuk memperoleh informasi objek di permukaan bumi secara detail. Citra resolusi tinggi dapat dimanfaatkan untuk klasifikasi peta penggunaan lahan menggunakan proses klasifikasi dan interpretasi secara visual. Interpretasi dan klasifikasi secara visual pada citra resolusi tinggi dapat menghasilkan akurasi klasifikasi yang baik (Sudaryanto, 2013). Interpretasi dan klasifikasi secara visual memiliki

kelemahan terkait efisiensi waktu dan tenaga untuk melakukan klasifikasi citra satelit sehingga klasifikasi dapat dilakukan secara otomatis untuk menghasilkan proses yang lebih cepat pada klasifikasi citra.

Salah satu metode klasifikasi citra secara otomatis adalah menggunakan metode klasifikasi berbasis piksel. Metode klasifikasi berbasis piksel (pixel based classification) merupakan metode klasifikasi untuk melakukan pengolahan nilai spektral pada setiap piksel citra untuk membentuk suatu objek (Devi dan Krishna,

2012). Klasifikasi citra secara otomatis menggunakan metode klasifikasi berbasis piksel untuk pemisahan kelas kurang efektif digunakan pada citra resolusi tinggi karena memiliki detail objek beraneka ragam (heterogen), sehingga menghasilkan interval kelas yang sangat besar (Kux dan Pinho, 2006). Kelemahan klasifikasi berbasis piksel untuk melakukan pengolahan citra resolusi tinggi dapat diatasi dengan menggunakan klasifikasi berbasis objek. Klasifikasi berbasis objek memiliki keunggulan untuk melakukan proses klasifikasi pada citra resolusi tinggi.

Metode klasifikasi berbasis objek untuk melakukan pengolahan pada citra resolusi tinggi mempertimbangkan atribut spektral, bentuk, dan tekstur objek (Antunes dkk., 2003). Metode klasifikasi berbasis objek menggunakan proses segmentasi citra dengan memperhatikan informasi spektral dan spasial untuk membentuk objek (Erawanta dkk., 2009). Klasifikasi berbasis objek pada citra resolusi tinggi dapat menghasilkan peta-peta aktual sebagai basis bagi perencanaan dan pengelolaan kota. Peta aktual memiliki manfaat untuk mendukung keperluan perencanaan, pemantauan, dan evaluasi penggunaan tanah. Kelebihan metode klasifikasi berbasis objek dalam melakukan proses pengolahan citra resolusi tinggi menarik perhatian peneliti untuk melakukan penelitian tentang keakuratan metode klasifikasi berbasis objek pada citra Quickbird.

## 2. DATA DAN METODE PENELITIAN

### 2.1 Data Penelitian

Data citra pada penelitian ini menggunakan citra QuickBird yang bertujuan untuk mengetahui efektivitas dari metode klasifikasi berbasis objek dalam melakukan klasifikasi. Citra QuickBird memiliki resolusi spasial 0,6 meter dengan waktu perekaman pada tahun 2010.

### 2.2 Klasifikasi Berbasis Objek

Klasifikasi berbasis objek merupakan proses pengelompokan piksel berdasarkan nilai spektral yang sama untuk membentuk suatu objek pada citra serta menggunakan unsur tekstur dan bentuk pada objek. Klasifikasi berbasis objek memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan pengolahan klasifikasi citra secara konvensional karena memanfaatkan informasi spektral, informasi bentuk dan tekstur objek serta hubungan antara piksel tetangga sekitarnya (Niebergall dkk., 2007). Keunggulan dari metode klasifikasi berbasis objek ini dapat melakukan analisis citra digital secara visual berdasarkan informasi dari beberapa kumpulan piksel yang sama (homogen). Objek terkecil dari metode klasifikasi berbasis objek berupa sebuah objek bukan sebuah piksel. Klasifikasi dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu segmentasi, penentuan parameter *merge*, *rule-*

*based classification* dan *post classification*. Tahapan awal metode klasifikasi berbasis objek adalah proses segmentasi citra dengan memperhitungkan informasi spektral dan spasial untuk membentuk objek (Erawanta dkk., 2009). Proses segmentasi dilakukan untuk membentuk objek-objek homogen berupa area yang dibentuk dari sekumpulan piksel yang memiliki kesamaan nilai spektral. Setiap piksel dilakukan pengelompokan berdasarkan nilai spektral yang sama untuk membentuk suatu objek (Campbell dan Wynne, 2011). Besar bentuk objek dihasilkan dari proses segmentasi ditentukan dari parameter skala yang didefinisikan terlebih dahulu.

Parameter skala merupakan suatu nilai yang digunakan untuk mendefinisikan ukuran deliniasi suatu objek, semakin besar nilai parameter skala maka menghasilkan deliniasi objek semakin besar. Penentuan parameter skala merupakan hal penting untuk menghasilkan akurasi klasifikasi yang baik (Gupta dan Bhadauria, 2014). Deliniasi secara otomatis dari objek hasil segmentasi dilakukan penggabungan untuk memperoleh objek dengan ukuran lebih besar sesuai dengan klasifikasi objek yang diinginkan. Penggabungan objek (*merge*) bertujuan menggabungkan beberapa objek terdeliniasi secara otomatis menjadi kesatuan objek yang utuh. Penggabungan objek dengan menyatukan segmen objek yang saling berdekatan dengan menggunakan pendekatan nilai spektral dan spasial.

Penggabungan objek menghasilkan bentuk objek lebih besar sesuai dengan deliniasi objek yang diinginkan. Klasifikasi menggunakan *rule-based classification* merupakan metode canggih yang memungkinkan menentukan fitur objek dengan membangun aturan berdasarkan atribut objek (Anonim, 2008). *Rule-based classification* merupakan cara yang ampuh dalam melakukan ekstraksi fitur objek. Aturan-aturan untuk menentukan sebuah objek didasarkan pada pengetahuan manusia dan penalaran tentang jenis fitur (Anonim, 2008). Aturan-aturan dibuat untuk memisahkan antar objek berdasarkan kelas dari objek. *Rule-based classification* menggunakan logika *fuzzy* untuk membantu mengatasi ketidakpastian atau sebagian informasi yang konsisten dengan penalaran manusia (Anonim, 2008). Output dari setiap aturan *fuzzy* adalah keyakinan, dimana nilai-nilai mewakili tingkat kepastian membentuk sebuah objek yang didefinisikan oleh sebuah aturan. *Rule-based classification* dapat melakukan kontrol pada setiap tingkatan logika *fuzzy* dari setiap aturan yang dibuat (Anonim, 2008).

**2.3 Matrik Konfusi**

Uji ketelitian klasifikasi bertujuan untuk memperoleh nilai kedekatan hasil klasifikasi dengan data ukuran sebenarnya. Analisis mengenai tingkat akurasi klasifikasi memberikan penilaian terhadap tingkat kepercayaan yang dihasilkan dari hasil klasifikasi. Akurasi ditentukan secara empiris dengan memilih sampel pada setiap piksel dari peta tematik dan memeriksa label terhadap kelas yang ditentukan dari data referensi (dikumpulkan selama survei di lapangan). Data referensi merupakan informasi objek yang sebenarnya, sedangkan piksel yang dipilih untuk menilai akurasi disebut pengujian piksel.

Penilaian mengenai persentase piksel dari masing-masing kelas pada objek yang tergambar pada citra dapat diperkirakan bersama dengan proporsi piksel dari masing-masing kelas yang tidak sesuai dengan objek sebenarnya sehingga diberikan label ke setiap kelas yang lain. Hasil dari pemberian label terhadap objek yang tidak sesuai disajikan dalam bentuk tabel, sering disebut sebagai matrix error. Nilai-nilai yang tercantum dalam tabel merupakan jumlah piksel yang sebenarnya di lapangan, pada setiap kasus yang benar dan salah diberikan label (Richards, 2006). Penentuan akurasi klasifikasi dilakukan dengan melihat nilai evaluasi yang dihitung dengan matriks kontingensi atau matriks konfusi. Ukuran akurasi yang dapat dihitung oleh matriks ini adalah overall accuracy, producer’s accuracy, user’s accuracy, dan kappa accuracy (Short, 1982).

Producer’s accuracy merupakan probabilitas suatu area yang diklasifikasikan dengan benar, serta menunjukkan ketepatan setiap kelas telah diklasifikasi di lapangan. Suatu area di lapangan tidak diklasifikasikan dengan benar maka ukuran ini dapat digunakan pula untuk menghitung rata-rata kesalahan omisi (omission error). User’s accuracy adalah probabilitas rata-rata suatu area dari citra yang telah diklasifikasi secara aktual, serta mewakili setiap kelas tersebut di lapangan. Ukuran ini dapat digunakan dalam menghitung nilai rata-rata dari kesalahan komisi (*commission error*) jika suatu area salah terklasifikasi di lapangan. Overall accuracy adalah akurasi yang membandingkan jumlah total area yang diklasifikasikan dengan benar terhadap jumlah total area observasi, sedangkan kappa accuracy merupakan ketepatan yang dihasilkan oleh klasifikasi secara acak seperti rumus (1).

$$\hat{K} = \frac{\sum_{i=1}^r (X_{ii} - \sum c_i \sum r_i)}{N^2 - \sum_{i=1}^r (\sum c_i \sum r_i)} \dots\dots\dots (1)$$

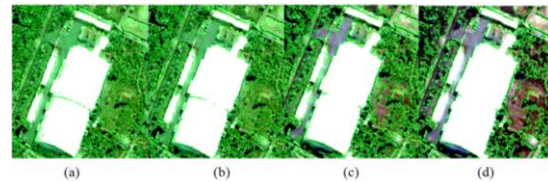
Keterangan :

- r = jumlah baris di dalam matrik error
  - X<sub>ii</sub> = jumlah observasi pada baris i dan kolom i (diagonal utama)
  - ∑c<sub>i</sub> = total observasi di kolom i
  - ∑r<sub>i</sub> = total observasi di baris i
  - N = total jumlah observasi di kolom
- (Sumber : Gao, 2009)

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Hasil Klasifikasi Berbasis Objek**

Klasifikasi berbasis objek dilakukan dengan menggunakan proses segmentasi citra. Segmentasi dilakukan dengan cara mengidentifikasi objek dari piksel-piksel homogen dengan melakukan proses deliniasi secara otomatis pada citra. Besar atau kecil hasil deliniasi objek ditentukan oleh nilai parameter skala. Hasil segmentasi dapat dilihat secara visual sehingga dapat ditentukan bentuk deliniasi yang sesuai untuk klasifikasi pada kelas tertentu berdasarkan nilai parameter skala. Penentuan parameter skala dapat menghasilkan segmentasi sesuai dengan deliniasi objek yang diinginkan dan dapat dilihat secara visual seperti Gambar 1.



**Gambar 1.** Segmentasi pada citra

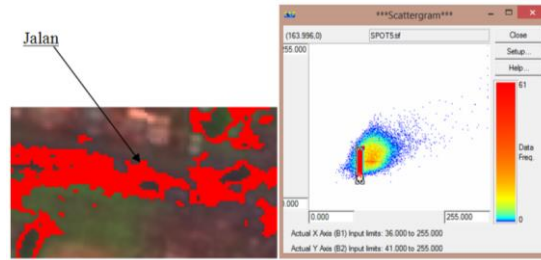
Gambar 1 menggambarkan hasil segmentasi pada citra resolusi tinggi berdasarkan nilai parameter skala 50, 60, 70, dan 80. Gambar 3 (a) menampilkan hasil segmentasi dengan parameter skala 50, (b) menampilkan hasil segmentasi dengan parameter skala 60, (c) menampilkan hasil segmentasi dengan parameter skala 70, dan (d) menampilkan hasil segmentasi dengan parameter skala 80. Nilai parameter skala menentukan besar atau kecil hasil deliniasi objek pada proses segmentasi. Hasil segmentasi dapat dilihat secara visual sehingga dapat ditentukan bentuk yang sesuai untuk klasifikasi pada kelas tertentu. Gambar 1 (c) menampilkan hasil deliniasi terbaik diantara beberapa nilai parameter skala lainnya. Hasil segmentasi dengan menentukan parameter skala pada suatu citra, hampir tidak mungkin diterapkan pada citra yang lain. Penelitian ini menggunakan beberapa nilai parameter skala sesuai dengan kenampakan terbaik hasil segmentasi seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Nilai parameter skala

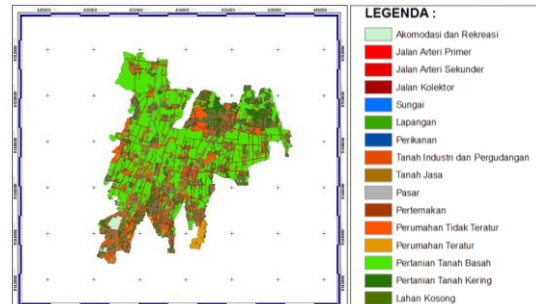
No.	Kelas Teridentifikasi	Nilai Parameter
		Skala Citra QuickBird
1	Akomodasi dan rekreasi	65
2	Jalan arteri primer	60
3	Jalan arteri sekunder	60
4	Jalan kolektor	60
5	Jalan lingkungan	60
6	Sungai	50
7	Perumahan teratur	65
8	Perumahan tidak teratur	65
9	Pasar	70
10	Tanah industri/perdagangan	70
11	Tanah jasa	60
12	Pertanian lahan basah	60
13	Pertanian lahan kering	60
14	Tanah kosong	60
15	Peternakan	60
16	Perikanan	60
17	Lapangan	60

Ketepatan melakukan pemilihan nilai parameter skala merupakan hal yang mendukung akurasi. Semakin besar memberikan nilai parameter skala dalam proses segmentasi menyebabkan semakin besar objek terdeliniasi dan sebaliknya. Hasil segmentasi dapat menghasilkan bentuk deliniasi objek yang kurang sesuai sehingga perlu melakukan penggabungan (*merge*) hasil segmentasi. Proses *merge* dimanfaatkan untuk memperbaiki bentuk deliniasi objek yang kurang sesuai dari hasil segmentasi. Setiap objek pada citra menggunakan nilai *merge* berbeda-beda sesuai dengan bentuk objek yang diinginkan. Penentuan nilai *merge* pada setiap objek dapat dilihat berdasarkan kesesuaian deliniasi objek secara visual.

Hasil segmentasi citra QuickBird selanjutnya dilakukan proses pemisahan objek menggunakan *rule-based classification*. Pemisahan objek dilakukan dengan cara mengidentifikasi nilai spektral pada masing-masing kelas. Proses identifikasi nilai spektral dilakukan dengan cara melihat pola penyebaran nilai spektral tiap objek pada satu kelas. Pola penyebaran nilai spektral dapat dilihat menggunakan *scattergrams*. Identifikasi pola penyebaran nilai spektral memberikan kemudahan dalam memisahkan masing-masing objek pada setiap kelas seperti objek pada kelas jalan seperti Gambar 2.

**Gambar 2.** Persebaran nilai spektral pada objek jalan

Gambar 2 menampilkan pola persebaran nilai spektral pada objek jalan dengan range band merah dari 60 hingga 80 dan range band hijau dari 37 hingga 100. Range nilai spektral antar band dapat memudahkan dalam pemisahan antar objek. Selanjutnya, pemisahan objek dilakukan dengan unsur spasial seperti bentuk, ukuran, panjang, dan lain-lain. Setiap objek pada masing-masing kelas memiliki unsur spasial berbeda sehingga dapat digunakan untuk memisahkan objek lebih detail. Unsur spasial objek digunakan untuk membuat *rule* tertentu tergantung pada objek yang akan di klasifikasi. Satu kelas objek dapat terdiri dari beberapa rule untuk melakukan klasifikasi citra. Hasil klasifikasi berbasis objek dapat dilihat pada Gambar 3.

**Gambar 3.** Hasil klasifikasi berbasis objek

### 3.2 Hasil Uji Akurasi

Uji ketelitian klasifikasi dalam penelitian ini yaitu dengan membuat perhitungan matrik konfusi (*confusion matrix*) pada setiap kelas hasil klasifikasi citra satelit dan hasil survei lapangan. Ketelitian hasil klasifikasi dapat dihitung menggunakan *confusion matrix* pada masing-masing kelas hasil klasifikasi. Ketelitian akurasi hasil klasifikasi citra QuickBird dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Confusion matrix citra QuickBird

Kelas	AR	JAP	JAS	JK	JL	S	PT	PTT	TP	TIP	TJ	PLB	PLK	TK	P	PR	L	Total Baris	Producer accuracy Akurasi %	Omiss %	User accuracy Akurasi %	Komisi %
AR	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	100	0	100	0
JAP	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	100	0	100	0
JAS	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	100	0	100	0
JK	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	100	0	100	0
JL	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	100	0	100	0
S	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	100	0	100	0
PT	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	100	0	100	0
PTT	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	83.33	16.67	100	0
TP	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100	0	100	0
TIP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5	100	0	100	0
TJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	100	0	100	0
PLB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5	50	50	100	0
PLK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5	100	0	100	0
TK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5	100	0	100	0
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	5	100	0	80	20
PR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	5	100	0	80	20
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	100	0	100	0
Total	2	2	5	5	5	3	2	6	1	5	4	5	5	5	4	4	5	75				
Kolom																						
Total	69																					
Diagram	$N \sum_{i=1}^n p_i^2 = 69$																					
$\sum_{i=1}^n (n_i \cdot p_i) = 339$																						
Akurasi Keseluruhan =	92.00 %																					
Kappa =	0.91 %																					

- Keterangan:
- Akomodasi dan Rekreasi : AR
  - Jalan Arteri Primer : JAP
  - Jalan Arteri Sekunder : JAS
  - Jalan Kolektor : JK
  - Jalan Lingkungan : JL
  - Sungai : S
  - Perumahan Teratur : PT
  - Perumahan Tidak Teratur : PTT
  - Pasar : TP
  - Tanah Industri/Pergudangan : TIP
  - Tanah Jasa : TJ
  - Pertanian Lahan Basah : PLB
  - Pertanian Lahan Kering : PLK
  - Tanah Kosong : TK
  - Peternakan : P
  - Perikanan : PR
  - Lapangan : L

Hasil klasifikasi berbasis objek pada citra QuickBird dilakukan perhitungan *confusion matrix* sehingga menghasilkan ketelitian keseluruhan sebesar 92% dengan kappa coefficient sebesar 0,91. Akurasi terendah ditunjukkan pada kelas pertanian lahan basah sebesar 50% karena objek tersebut telah berubah fungsi menjadi pemukiman. Akurasi kelas terakurat ada pada objek khusus seperti akomodasi dan rekreasi, jalan serta bangunan sebesar 100%.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1. KESIMPULAN

Hasil penelitian telah membuktikan bahwa metode klasifikasi berbasis objek dapat dimanfaatkan untuk klasifikasi citra resolusi tinggi. Klasifikasi

berbasis objek menggunakan citra QuickBird dapat menghasilkan ketelitian hingga 92.00% yang terdiri dari 17 kelas. Dengan demikian, klasifikasi berbasis objek sangat efektif dalam melakukan klasifikasi pada citra resolusi tinggi yang memiliki tingkat variasi objek yang beraneka ragam (*heterogen*) sehingga dapat menghasilkan tingkat akurasi yang baik. Klasifikasi berbasis objek menggunakan citra resolusi tinggi dapat menghasilkan akurasi yang baik tergantung penerapan kriteria dari segmentasi, *merge*, dan *rule-based classification*. Hasil segmentasi citra sangat tergantung pada penentuan parameter skala dan penilaian visual hasil segmentasi. Hasil segmentasi dengan menentukan parameter skala pada suatu citra, hampir tidak mungkin diterapkan pada citra yang lain.

#### 4.2. SARAN

Penelitian yang telah dilakukan menghasilkan saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Penggunaan data DEM/DTM untuk parameter tambahan dalam klasifikasi berbasis objek dapat meningkatkan akurasi dari klasifikasi citra.
2. Data citra lebih baik menggunakan data asli dan belum dilakukan banyak pengolahan citra untuk mempermudah proses klasifikasi berbasis objek.
3. Pemahaman unsur spasial dari objek perlu diketahui agar memudahkan dalam melakukan pemisahan objek menggunakan klasifikasi berbasis objek serta pemanfaatan unsur tekstur serta warna dari objek.

#### REFERENCES

Anonim, (2008), ENVI Feature Extraction Module User's Guide, ITT Visual Information Solution.

Antunes, A. F. B., Lingnau, C., dan Centeno Da Silva, J., (2003), Object Oriented Analysis And Semantic Network for High Resolution Image Classification. Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, INPE, Halaman 273-279.

Campbell, J. B., and Wynne, R. H., (2011), Introduction to Remote Sensing (New York: Guilford Press).

Devi, Y. A. S., and Krishna, I. V. M., (2012), Pixel-Based And Object-Oriented Classification of High Resolution Satellite Images, Canadian Journal on Electrical and Electronics Engineering, No. 1, Volume 3.

Erawanta, T. T., Prihandito, A., dan Harintaka., (2009), Klasifikasi Berorientasi Obyek pada Citra Satelit Quickbird, Teknik Geomatika, Unpublished, Universitas Gadjah Mada, Postgraduate.

Gupta, N., and Bhadauria, H., (2014), Object Based Information Extraction from High

- Resolution Satellite Imagery Using Ecognition, International Journal of Computer Science Issues, Vol. 11, Issue 3, No 2.
- Kux, H. J. H., and Pinho, C. M. D., (2006), Objek-Oriented Analysis Of High-Resolution Satellite Image For Intra-Urban Land Cover Classification: Case Study In São José Dos Campos, São Paulo State, Brazil, INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), Brazil.
- Niebergall, S., Loew, A., and Mauser, W., (2007), Object-Oriented Analysis of Very High-Resolution QuickBird Data for Mega City Research in Delhi/India, Urban Remote Sensing Joint Event, IEEE.
- Richards, J. A., (2006), Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction (Berlin: Springer).
- Short, N. M, (1982), Landsat Tutorial Workbook-Basics of Satellite Remote Sensing, NASA, Washington DC.
- Sudaryanto, (2013), Studi Penggunaan Lahan Di Kecamatan Umbulharjo Kota Yogyakarta Berdasarkan Interpretasi Citra Quickbird, Magistra No. 86, Th. XXV, 112–118.