

**SEGMENTASI DAERAH PEMUKIMAN BERBASIS ORIENTASI OBYEK
MENGUNAKAN CITRA RESOLUSI TINGGI (WORLDVIEW-2)**
(Studi Kasus : Kecamatan Tembelang, Kecamatan Megaluh dan Kecamatan Jombang,
Kabupaten Jombang)

Dega Dino Sanjaya Adimulya
Teknik Geodesi, FTSP ITN Malang, Bend Sigura-gura, Malang, 65145.
Email : Dega.sanjaya@gmail.com

Abstrak - Penelitian ini bertujuan untuk penyampaian informasi tentang wilayah pemukiman diperkotaan yang sangat padat dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh yang terbaru sehingga diharapkan memberikan peta informasi yang lebih rinci tentang tutupan lahan apa saja yang ada didalamnya dengan memanfaatkan citra WorldView-2 yang merupakan citra beresolusi tinggi dan memiliki resolusi spektral yang lebih lengkap dengan spesifikasi 8 band multispektral, sehingga sangat memadai bagi keperluan analisis-analisis spasial sumber daya alam dan lingkungan hidup.

Penelitian ini menggunakan metode segmentasi berbasis obyek dengan beberapa langkah utama yang meliputi *cropping* area segmentasi, proses segmentasi dengan lima (5) kelas yakni NDWI (indeks air) NDVI (indeks vegetasi) NDBSI (indeks wilayah pemukiman) FCI (indeks pohon dan rumput) dan NDBRI (indeks bangunan dengan atap metal), dan analisa segmentasi wilayah pemukiman. Proses pengolahan menggunakan *software* ENVI dan ArcGis untuk proses kartografi dan pembuatan peta kemudian dilakukan analisa proses segmentasi dengan uji akurasi menggunakan beberapa titik yang tersebar dilokasi segmentasi wilayah pemukiman yang dilakukan.

Hasil penelitian ini berupa peta masing-masing kelas atau wilayah segmentasi antara lain NDWI, NDVI, NDBSI, FCI dan NDBRI. Hasil penelitian memiliki akurasi keseluruhan terhadap wilayah pemukiman lebih dari 85% yang memberikan tingkat akurasi dengan sangat baik, serta pembentukan *region* obyek secara otomatis cepat dan akurat.

Kata Kunci: Citra Resolusi Tinggi, Klasifikasi Berbasis Obyek, Segmentasi Wilayah Pemukiman, WorldView-2.

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Seperti yang kita ketahui saat ini, teknologi penginderaan jauh semakin berkembang dan mulai dimanfaatkan dalam proses pemetaan. Penginderaan jauh merupakan suatu ilmu atau teknologi untuk memperoleh informasi atau fenomena alam melalui analisis suatu data yang diperoleh dari hasil rekaman obyek, daerah atau fenomena yang dikaji (Lillesand and Kiefer, 1979). Proses ekstraksi informasi pada data penginderaan jauh dapat didasarkan pada pengamatan visual, nilai spektral, serta berdasarkan obyek. Teknologi penginderaan jauh merupakan teknologi terbaru yang dipakai untuk mengevaluasi kesesuaian tata guna lahan. Teknologi penginderaan jauh, merupakan data dari hasil foto udara maupun dari citra satelit

yang memungkinkan untuk memetakan permukaan bumi secara cepat dan mudah (Hardaningrum, F. 2005).

Kehadiran citra satelit resolusi tinggi telah banyak memberikan kemudahan bagi berbagai aplikasi pemetaan. Pada proses klasifikasi citra digital, proses pengolahan membagi suatu citra menjadi beberapa kelas yang sejenis. Metode klasifikasi digital yang dapat digunakan adalah metode berbasis *pixel* dan metode berbasis obyek. Klasifikasi berbasis obyek juga menggunakan informasi tekstur dan konteks dalam menentukan segmen kelas objeknya.

Perlunya kajian untuk wilayah perkotaan yang dapat memandu kebijakan perencanaan kota yang lebih efisien telah meningkat dalam konteks tata ruang perkotaan dimana berlaku secara umum untuk mempermudah pemanfaatan tata ruang lingkungan (Grimm, 2008). Perencanaan didasarkan pada daerah

tutupan lahan kota yang efisien dengan bantuan penginderaan jauh. Namun demikian, klasifikasi lahan perkotaan masih memiliki beberapa keterbatasan dikarenakan sensor penginderaan jauh memberikan gambar/citra pada umumnya hanya dengan empat band spektral (umumnya bewarna biru, hijau, merah dan *infrared*), sehingga sulit untuk memperoleh perbedaan warna kelas tutupan lahan yang signifikan (Rogan, 2004).

Dari kondisi diatas, dapat dipahami pentingnya spesifikasi citra yang baik guna mengklasifikasikan lahan perkotaan berdasarkan segmentasi objek. Maka penulis dalam penelitian ini menggunakan data penginderaan jauh dari citra satelit WorldView-2 (WV-2) tahun 2014. Dimana data citra tersebut memiliki 8 band spektral dan resolusi spasial 0,5 m, sehingga dapat digunakan untuk proses segmentasi di wilayah pemukiman yang sangat padat.

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

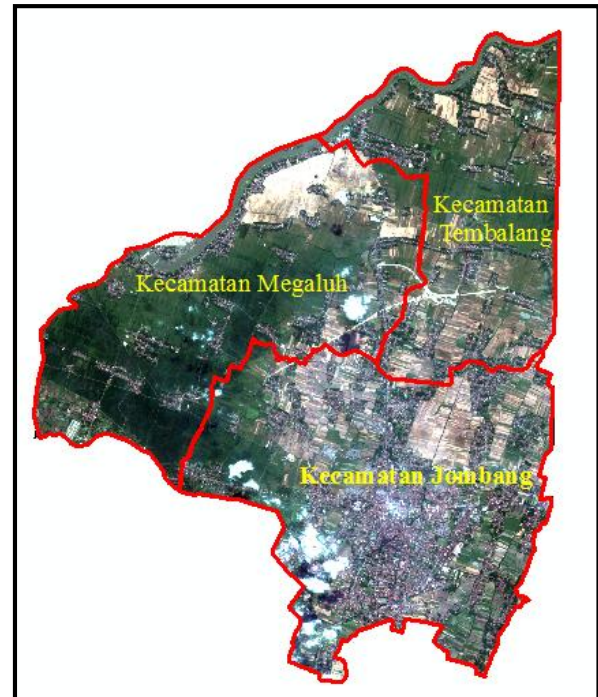
- Untuk mengklasifikasi daerah pemukiman berdasarkan proses segmentasi khususnya di 3 kecamatan kabupaten jombang (Kec. Jombang, Kec. Megaluh dan Kec. Tembelang).
- Mengetahui tingkat akurasi berdasarkan segmentasi obyek daerah pemukiman.

Adapun manfaat dari penelitian ini dapat digunakan oleh Pemerintah Daerah Kab. Jombang sebagai acuan pengembangan zona daerah hijau di wilayah pemukiman khususnya di 3 kecamatan kabupaten jombang (Kec. Jombang, Kec. Megaluh dan Kec. Tembelang) dan diharapkan dapat diaplikasikan di daerah lain yang akan dilakukan pengembangan.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Pusat kota Jombang terletak di tengah-tengah wilayah kabupaten, memiliki ketinggian 44 meter di atas permukaan laut, dan berjarak 79 km dari barat daya kota Surabaya, ibu kota Propinsi Jawa Timur.



Gambar 1.1. Peta Administrasi Kabupaten Jombang, Pemkab Jombang (2015)

Lokasi penelitian ini terletak di tiga Kecamatan di wilayah Kabupaten Jombang, Kecamatan tersebut adalah Kec. Megaluh (1.298.127,883 9.164.861,156 Meters), Kec. Tembelang (1.302.206,612 9.165.730,885 Meters), dan Kec. Jombang (11.300.347,192 9.160.212,605 Meters), Kecamatan tersebut memiliki beberapa batasan dengan daerah sekitarnya, antara lain:

- Sebelah Utara, berbatasan dengan Kecamatan Ploso,
- Sebelah Timur, berbatasan dengan Kec. Peterongan dan Kec. Kesamben,
- Sebelah Selatan, berbatasan dengan Kec. Diwek dan Kec. Jogo Roto,
- Sebelah Barat, berbatasan dengan Kab. Nganjuk dan Kec. Perak.

Persiapan Penelitian

Persiapan dilakukan untuk mengawali suatu kegiatan yang akan dilakukan. Oleh karena itu semua data dan bahan penunjang penelitian harus dipersiapkan dahulu.

Alat dan Bahan

- Komputer/ Laptop
- Software Envi dan ArcMap
- Citra Worldview-2014 Tergeoreferensi

Diagram Alir Penelitian

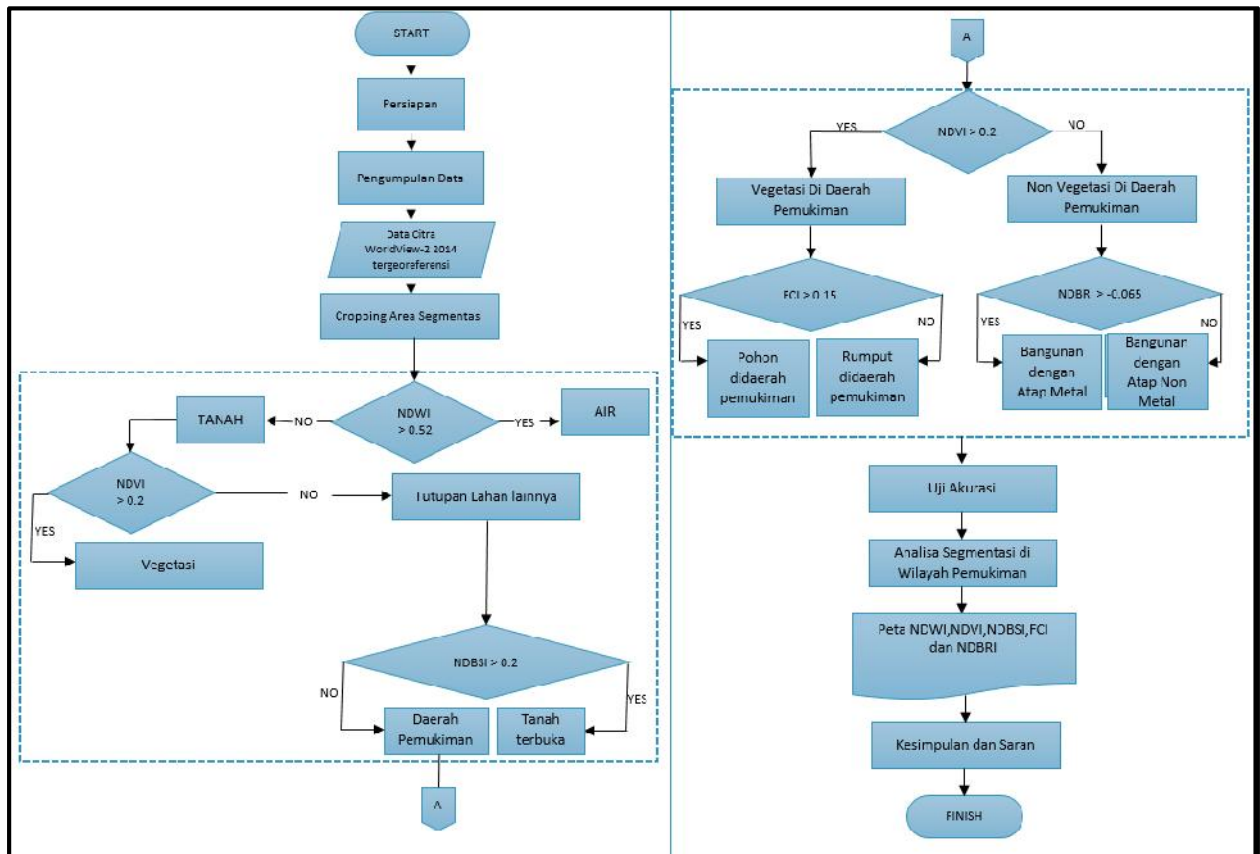


Diagram 2.1 Diagram Alir Penelitian

Pengolahan data dapat dibedakan menjadi tiga tahap pengolahan, antara lain:

Pra Pengolahan (*Pra-Processing*)

- Persiapan**
Tahap ini meliputi persiapan segala kelancaran proses penelitian, berupa perangkat keras dan perangkat Lunak.
- Pengumpulan Data**
Mempersiapkan data citra WorldView-2 daerah kabupaten jombang hasil pemotretan 2014 yang telah tergeoreferensi. Proses koreksi cita menggunakan GCP (*Ground Control Point*) dari hasil pengukuran GPS *Geodetic*. Dengan titik 12 sekutu.

Berikut adalah tabel nilai RMS Error pada tiap titik :

Tabel 2.1. Nilai RMS Error

Nama Titik	RMSE (Piksel)
1	0.32
2	0.58
3	0.31
4	0.68
5	0.91
6	0.59
7	0.54
8	0.61
9	0.25
10	0.75
11	0.4
12	0.18

Dari proses koreksi geometrik didapatkan nilai RMS *error* rata-rata sebesar 0,55 piksel.

- c. *Cropping Area Segmentasi*
Proses ini dilakukan untuk mendapatkan citra yang sesuai dengan daerah penelitian sehingga dalam pengolahan data akan lebih cepat dan efektif.

Pengolahan (Processing)

Pada proses pengolahan citra di ENVI yaitu mengolah citra dengan memasukan beberapa band yang dimiliki oleh citra WorldView-2 kemudian dilakukan perhitungan rumus band untuk mendapatkan beberapa kriteria klasifikasi yang dijabarkan pada diagram alir penelitian. Didalam penelitian ini menggunakan beberapa metode yang digunakan, metode tersebut diantaranya adalah :

- a. *Normalized Difference Bare Soil Index (NDBSI)*
Dalam penelitian ini, Perbedaan normalisasi daerah pemukiman (NDBSI) dapat dibuat berdasarkan *band 2* dan *band 1* pada citra Worldview-2 data.
Rumusnya :

$$NDBSI = \frac{b8_N - b5r}{b8_N + b5r} \dots\dots\dots (2.1)$$
- b. *Normalized Difference Water Index (NDWI)*
Perbedaan normalisasi index air (NDWI) dapat dibuat berdasarkan *band 3* dan *band 4* pada citra WorldView-2 data.
Rumusnya :

$$NDWI = \frac{b3_g - b8_N}{b3_g + b8_N} \dots\dots\dots (2.2)$$
- c. *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*
Perbedaan normalisasi index tumbuhan-tumbuhan (NDVI) dapat dibuat berdasarkan *band 7* dan *band 5* pada citra WorldView-2 data.
Rumusnya :

$$NDVI = \frac{b7_N - b5R}{b7_N + b5R} \dots\dots\dots (2.3)$$
- d. *Forest And Crop Index (FCI)*
Index hutan dan tanaman (FCI) dapat dibuat berdasarkan *band 7* dan *band 6* pada citra WorldView-2 data.
Rumusnya :

$$FCI = \frac{b7_N - b6r}{b7_N + b6r} \dots\dots\dots (2.4)$$

- e. *Normalized Difference Brick Roof Index (NDBRI)*

Perbedaan normalisasi index bangunan dengan atap metal dapat dibuat berdasarkan *band 4* dan *band 3* pada citra WorldView-2 data.

Rumusnya :

$$NDBRI = \frac{b4_Y - b3_g}{b4_Y + b3_g} \dots\dots\dots (2.5)$$

Akhir Pengolahan (Post-Processing)

Proses yang dilakukan pada tahapan ini adalah:

- a. *Analisa segmentasi di wilayah pemukiman*
Menganalisa hasil segmentasi yang didapat apakah telah sesuai dengan kriteria yang diinginkan serta hasil yang didapatkan sesuai dengan tujuan penelitian.
- b. *Hasil*
Hasil dari klasifikasi berdasarkan segmentasi berbasis obyek di wilayah kabupaten jombang adalah pengelompokan yang membagi citra WorldView-2 menjadi beberapa polygon segmen yang di dalamnya memiliki piksel-piksel yang mirip. Dari proses segmentasi akan dihasilkan Peta NDWI, NDVI, NDBSI, FCI dan NDBRI serta peta keseluruhan segmentasi wilayah pemukiman

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemotongan Citra

Pemotongan citra dilakukan untuk mendapatkan citra sesuai dengan daerah penelitian sehingga dalam pengolahan data akan lebih cepat dan efektif, karena ukuran file yang diproses menjadi lebih kecil



Gambar 3.1 Hasil Pemotongan Citra

Hasil Klasifikasi dari Kelas Penutupan Lahan NDWI, NDBSI, NDVI, NDBRI, dan FCI.

Pada penelitian ini objek pada citra dipisahkan melalui proses segmentasi, dimana dari hasil citra yang sudah terkoreksi (radiometrik dan geometrik), selanjutnya dilakukan proses pengolahannya dengan menggunakan metode antara lain NDWI, NDBSI, NDVI, NDBRI dan FCI. Kemudian hasil yang diperoleh adalah data *output* berupa *region* segmentasi (vektor), sehingga dapat dibedakan hasil dari masing-masing interval (kelas) penutupan lahan.

Luas Masing-Masing Tutupan Lahan

Berikut merupakan luasan tutupan masing-masing tutupan lahan di 3 Kecamatan di daerah kabupaten jombang yakni Kecamatan Megaluh, Kecamatan tembelang dan Kecamatan Jombang berdasarkan hasil klasifikasi citra WorldView-2 dengan metode berbasis obyek dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

- Luas hasil tutupan lahan NDWI (*Normalized Difference Water Index*) NDWI terdiri dari 2 klasifikasi yakni wilayah daratan dan wilayah badan air, dimana wilayah badan air hanya sebagian kecil yang terdapat di 3 kecamatan wilayah Kabupaten Jombang

Tabel 3.1. Hasil Luasan Berdasarkan Pengolahan NDWI

No	Klasifikasi	Kelas	Luas (Ha)	Luas %	Sampel Klasifikasi (Points)
1	NDWI	Daratan	9.556,60	98,3	23.891.464
2		Air	163,2	1,7	407.016
Luas Total			9.719,8		

- Luas hasil tutupan lahan NDBSI (*Normalized Difference Bare Soil Index*) NDBSI terdiri dari 2 klasifikasi yakni wilayah daerah pemukiman dan lahan kosong, dimana masih banyak terdapat lahan kosong di 3 kecamatan wilayah Kabupaten Jombang

Tabel 3.2. Hasil Luasan Berdasarkan Pengolahan NDBSI

No	Klasifikasi	Kelas	Luas (Ha)	Luas %	Sampel Klasifikasi (Points)
1	NDBSI	Daerah Pemukiman	2828,2	29,1	6.684.733
2		Lahan Kosong	6891,6	70,9	17.228.964
Luas Total			9.719,8		

- Luas hasil tutupan lahan NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) NDVI terdiri dari 4 klasifikasi yakni wilayah non vegetasi, vegetasi sedang, vegetasi rapat dan vegetasi sangat rapat, dari hasil klasifikasi masih banyak terdapat wilayah vegetasi yang sangat rapat di 3 kecamatan wilayah Kabupaten Jombang

Tabel 3.3. Hasil Luasan Berdasarkan Pengolahan NDVI

No	Klasifikasi	Kelas	Luas (Ha)	Luas %	Sampel Klasifikasi (Points)
1	NDVI	Non Vegetasi	2139,9	22,0	5.349.827
2		Vegetasi Sedang	1491,8	15,3	3.729.411
3		Vegetasi Rapat	1048,5	20,8	2.621.226
4		Vegetasi Sangat Rapat	5039,6	51,8	12.599.077
Luas Total			9.719,8		

- Luas hasil tutupan lahan NDBRI (*Normalized Difference Brick Roof Index*) NDBRI terdiri dari 2 klasifikasi yakni wilayah bangunan yang memiliki atap metal dan non metal, klasifikasi ini merupakan pecahan dari wilayah non vegetasi pada proses NDVI. Hasil dari NDBRI dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Uji Ketelitian Segmentasi

Tabel 3.4. Hasil Luasan Berdasarkan Pengolahan NDBRI

No	Klasifikasi	Kelas	Luas (Ha)	Luas %	Sampel Klasifikasi (Points)
1	NDBRI	Bangunan Non Atap Metal	8339,0	85,8	20.846.396
2		Bangunan Dengan Atap Metal	1380,8	14,2	3.451.887
Luas Total			9.719,8		

- e. Luas hasil tutupan lahan FCI (*Forest And Crop Index*)

FCI terdiri dari 3 klasifikasi yakni wilayah non tumbuhan, wilayah yang memiliki rumput/tanaman dan wilayah yang terdiri dari pepohonan, wilayah yang memiliki tumbuhan dan pepohonan merupakan pecahan dari hasil klasifikasi NDVI wilayah vegetasi. Dari hasil klasifikasi masih banyak terdapat wilayah pepohonan di 3 kecamatan wilayah Kabupaten Jombang

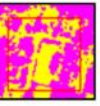
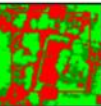
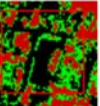
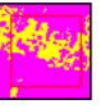
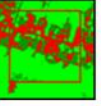
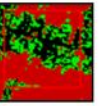
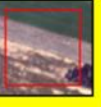
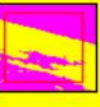
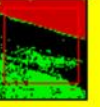
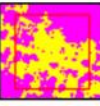
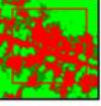
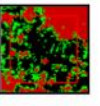
Tabel 3.5. Hasil Luasan Berdasarkan Pengolahan FCI

No	Klasifikasi	Kelas	Luas (Ha)	Luas %	Sampel Klasifikasi (Points)
1	FCI	Non Tumbuhan	2941,6	30,3	7353960,0
2		Wilayah Rumput/Tanaman	2290,0	23,6	5725048,0
3		Wilayah Pepohonan	4487,2	46,2	11219017,0
Luas Total			9718,8		

Tujuan uji ketelitian segmentasi adalah mengukur keakuratan atau ketelitian penelitian yang telah dilakukan dengan cara menguji hasil wilayah pemukiman (NDBSI) dengan hasil klasifikasi kelas penutup lahan yang telah dilakukan pada penelitian kali ini diantaranya NDVI, NDWI, FCI, dan error dari pembacaan spektral. Cara ini dilakukan agar dapat mengetahui apakah hasil wilayah pemukiman (NDBSI) telah sesuai dan tidak terdapat pada klasifikasi kelas penutup lahan lainnya.

Sampel yang diambil untuk mengetahui tingkat ketelitian segmentasi menggunakan 120 titik *sample*, data ini diperoleh dengan mengambil *sample* hasil dari pengolahan wilayah pemukiman (NDBSI) secara acak/*random* dan menyebar. Perbedaan atau kesalahan hasil dapat terjadi disebabkan karena kesalahan pembacaan pada band spektral yang terdapat pada citra WorldView-2. Pada tabel 3.6 adalah beberapa contoh distribusi titik dari *sample* hasil pemukiman dan perbandingannya terhadap kelas penutup lahan lainnya.

Tabel 3.6. Beberapa Distribusi Titik *Sample* Hasil dan Perbandingan Terhadap Kelas Penutup Lahan Seluruhnya

No. Sample	Koordinat		Sampel Pada Citra	Hasil Sampel Pada Wilayah	Diuji Terhadap			Kesesuaian Pada Wilayah Pemukiman	Keterangan
	X	Y			NDWI	NDVI	FCI		
1	639634,5	9176625						Tidak Sesuai	Terjadi kesalahan, daerah termasuk non pemukiman dan
2	639498	9167359,5						Sesuai	Hasil klasifikasi hanya terdeteksi di wilayah Pemukiman
3	639244,5	9171788,5						Sesuai	Hasil klasifikasi hanya terdeteksi di wilayah Pemukiman
4	637919,5	9170647,5						Tidak Sesuai	Terjadi error dalam identifikasi wilayah, tanah kosong/non
5	635673,5	9169545,5						Sesuai	Hasil klasifikasi hanya terdeteksi di wilayah Pemukiman

Pada uji ketelitian segmentasi ini telah diambil sebanyak 120 titik sample secara *random*. Presentasi uji ketelitian dapat dilihat pada tabel 3.7 berikut ini.

Tabel 3.7. Ketelitian Segmentasi Citra Berbasis Objek

Sample Kelas	Diuji Terhadap							Jumlah Baris
	Badan Air	Vegetasi	Pemukiman	Tanah Kosong	Pohon	Rumput	Bayangan Awan	
Badan Air	0	0	0	0	0	0	0	0
Vegetasi	0	0	0	0	0	0	0	0
Pemukiman	0	8	104	5	1	1	1	120
Tanah Kosong	0	0	0	0	0	0	0	0
Pohon	0	0	0	0	0	0	0	0
Rumput	0	0	0	0	0	0	0	0
Bayangan Awan	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah Kolom	0	8	104	5	1	1	1	120

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi Keseluruhan } (O) &= \frac{1}{1} \times 100\% \\
 &= 86.67\%
 \end{aligned}$$

yang homogen sehingga pemisahan antar obyek jauh lebih baik dibanding proses klasifikasi lainnya.

Berdasarkan uji ketelitian segmentasi wilayah pemukiman dari beberapa titik yang diambil, maka didapat tingkat akurasi dari hasil pengolahan wilayah pemukiman sebesar 86.67% sedangkan kesalahannya sebesar 13.33%. Akurasi dalam segmentasi berbasis obyek lebih baik karena pada segmentasi berbasis obyek telah dilakukan proses segmentasi yang menyatukan piksel-piksel

Luas Segmentasi Tutupan Lahan di Masing-Masing Kecamatan

Dari hasil pengolahan proses segmentasi yang telah dilakukan maka dapat diketahui luasan dari masing-masing tutupan lahan pada Kec. Jombang, Kec. Megaluh dan Kec. Tembelang. Luasan tersebut dapat dilihat pada tabel 3.8 berikut ini.

Tabel 3.8. Luas Segmentasi Tutupan Lahan di Tiap Kecamatan

Kelas Tutupan Lahan (Utama)	Luas Tutupan Lahan Tiap Kecamatan (ha)			Luas Total 3 Kecamatan (ha)
	Jombang	Megaluh	Tembelang	
Badan Air	0,7848	82,8384	79,1324	162,7556
Daerah Pemukiman	1646,2	568,7	468,8	2683,716
Non Vegetasi	1342,0	439,0	365,9	2146,8572
Vegetasi Sedang	650,9	421,0	424,1	1495,9612
Vegetasi Rapat	442,7	262,9	363,2	1068,7548
Vegetasi Sangat Rapat	1541,5	2220,9	1286,6	5049,0268
Luas Total Per Kecamatan (ha)	5624,1	3995,3	2987,7	12607,0716

Pada tabel 3.8 menjelaskan tentang luasan dari proses segmentasi di tiap tiap kecamatan yang masuk dalam area studi kasus penelitian. Pada penutup kelas vegetasi dilakukan proses pengolahan kembali sehingga dihasilkan wilayah rumput/tanaman dan wilayah pepohonan. Kemudian kelas penutup lahan

pemukiman dilakukan proses pengolahan kembali sehingga didapatkan bangunan non atap metal dan bangunan dengan atap metal. Untuk luasan kelas tutupan lahan tambahan tersebut dapat dilihat pada tabel 3.9 berikut ini.

Tabel 3.9. Luas Segmentasi Tutupan Lahan Tambahan di Tiap Kecamatan

Kelas Tutupan Lahan (Tambahan)	Luas Tutupan Lahan Tiap Kecamatan (ha)		
	Jombang	Megaluh	Tembelang
Bangunan Non Atap Metal	959,3	163,7	175,8
Bangunan Dengan Atap Metal	686,9	405,0	293,0
Wilayah Rumput/Tanaman	934,8	596,9	757,6
Wilayah Pepohonan	1700,2	2307,9	1316,3

HASIL

Berikut ini adalah hasil dari proses pengolahan segmentasi berbasis obyek di Kecamatan Jombang, Kecamatan Megaluh dan Kecamatan Tembelang



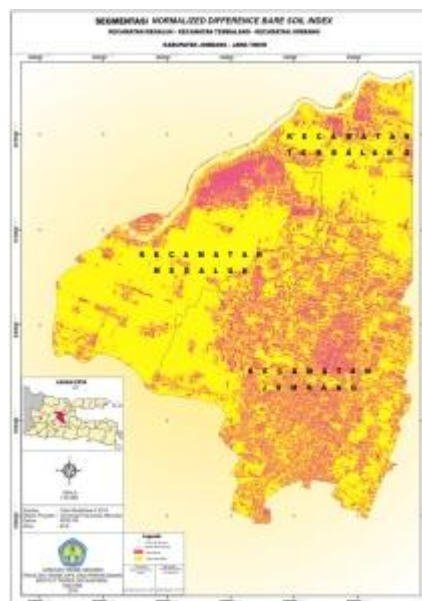
Gambar 3.2 Hasil tutupan lahan NDWI (*Normalized Difference Water Index*)



Gambar 3.3 Hasil tutupan lahan NDBSI (*Normalized Difference Bare Soil Index*)



Gambar 3.4 Hasil tutupan lahan NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*)



Gambar 3.5 Hasil tutupan lahan NDBRI (*Normalized Difference Brick Roof Index*)



Gambar 3.6 Hasil tutupan lahan FCI (*Forest And Crop Index*)

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode segmentasi dengan menggunakan data citra WorldView-2, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain :

1. Segmentasi kelas penutup lahan dibagi menjadi enam (6) kelas utama yaitu badan air seluas 162,75 ha, daerah pemukiman seluas 2683, 7 ha, non vegetasi seluas 2146, 85 ha, vegetasi dari vegetasi sedang, rapat dan sangat rapat seluas 1495,9 ha, 1068,75 ha dan 5049 ha.
2. Tingkat keterpisahan antar objek yang kurang baik dapat berdampak pada rendahnya tingkat akurasi, misalnya tingkat keterpisahan antara bangunan dan jalan yang kurang baik dapat memungkinkan tercampurnya hasil klasifikasi dari kelas tersebut. Hal tersebut disebabkan adanya beberapa objek yang memiliki *band* spektral yang hampir sama sehingga sering terjadinya kesalahan pembacaan pada klasifikasi dan terjadinya *error*, misalnya yang seharusnya terdeteksi daerah non vegetasi pada saat pengolahan terdeteksi daerah pemukiman.
3. Besarnya akurasi umum (*overall accuracy*) untuk uji ketelitian spektral dari beberapa titik yang diambil, maka didapat tingkat akurasi dari hasil pengolahan wilayah pemukiman sebesar 86.67%. Hal

ini menunjukkan bahwa metode segmentasi berbasis objek memberikan tingkat akurasi dengan sangat baik serta pembentukan *region* objek secara otomatis, cepat dan akurat.

Saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya disarankan data yang digunakan adalah data citra beresolusi spasial tinggi dan terbaru untuk mempermudah ekstraksi informasi segmentasi berbasis objek.
2. Perlu adanya kajian lebih lanjut tentang formula/rumus untuk klasifikasi yang menggunakan *band* spektral agar hasil klasifikasi terbaca dengan baik sehingga objek penutup lahan dapat dipisahkan secara lebih baik, tidak ada kesalahan pembacaan atau *error* pada proses klasifikasi *band* spektral pada pengolahan data citra.
3. Lebih dikembangkan penelitian tentang segmentasi berbasis objek menggunakan citra resolusi tinggi agar teknologi ini dapat diaplikasikan untuk kepentingan umum dan kesejahteraan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, S., 2007. *Identifikasi Penutup Lahan Menggunakan Data Polarimetrik Satelit ALOS Palsar*. Berita Inderaja.
- Chein-I Chang dan H.Ren. 2000. *An Experiment-Based Quantitative and Comparative Analysis of Target Detection and Image Classification Algorithms for Hyperspectral Imagery*. IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing.
- Danoedoro, P. 1996. *Pengolahan Citra Digital Teori dan Aplikasinya dalam Bidang Penginderaan Jauh*. Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Gonzalez, C. R dan Wintz, Paul. 1987. *Digital Image Processing*. Canada: Addison Wasley Publishing Company.
- Grimm, N.B.; Faeth, S.H.; Golubiewski, N.E. ; etc al. 2008. *Global change and the ecology of cities*. Science, 319, 756-760.
- Hardaningrum, F. 2005. *Pemanfaatan Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis Untuk Analisa Limpasan Dan Genangan Air Hujan Di Kabupaten Sidoarjo*. Program Pasca Sarjana, Program Studi Teknik Sipil, FTSP – ITS. Surabaya
- Jain. Anil, K. 1989. *Fundamentals of Digital Image Processing*. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.
- Kushardono, D., 2012. *Klasifikasi Spasial Penutup Lahan dengan Data SAR Dual-Polarisasi Menggunakan Normalized Difference Polarization Index dan Fitur Keruangan dari Matriks Kookurensi*, Jurnal Penginderaan Jauh Vol.9 No.1, pp.12-24.
- Lillesand T.M, Kiefer FW. 1993. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Alih bahasa. R. Dubahri. Gadjah Mada University Press.
- Lillesand, Thomas M, and Ralph W. Kiefer, 1979. *Remote Sensing and Image Interpretation. Second Edition*. New York : John Wiley & Sons.
- Purwadhi, S.H, dan Sanjoto, T.B. 2009. *Pengantar Interpretasi Citra Penginderaan Jauh*. LAPAN dan Universitas Negeri Semarang.
- Rogan, J.; Chen, D. 2004. Remote sensing technology for mapping and monitoring land-cover and land-use change. *Progress in Planning*. 61, 301-325.
- Sembiring, K., 2007. *Penerapan Teknik Support Vector Machine untuk Pendeteksian Intrusi pada Jaringan*. Bandung : ITB.
- Suharjo, P.N Bayu dan Harianto Teguh. 2013. *Evaluasi Tutupan Lahan Dari Citra Resolusi Tinggi Dengan Metode Klasifikasi Digital Berorientasi Objek Di Kota Banda Aceh, NAD*. Teknik Geoinformatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS. Surabaya.
- Sutanto, 1986. *Penginderaan Jauh Jilid I dan Jilid II*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sutoyo, T.d., 2009. *Teori Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta : Andi.
- Vapnik, V.N., 1999. *The Nature of Statistical Learning Theory*. New York: Springer.
- Zhou, Xiaocheng., Jancso, Tamas., Chen, Chongcheng., Mojtaszek, Verone M. 2012. *Urban Land Cover Mapping Based on Object Oriented Classification Using Worldview 2 Satellite Remote Sensing Image*. Hungary: Faculty of Geoinformatics University of West Hungary.