

KLASIFIKASI TUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN METODE SEGMENTASI BERBASIS ALGORITMA MULTIREOLUSI (Studi Kasus Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat)

Virgus Arisondang, Bambang Sudarsono, Yudo Prasetyo *)

Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang, Semarang, Telp. (024) 76480785, 76480788
e-mail: geodesi@undip.ac.id

ABSTRAK

Saat ini informasi ketersediaan sumber daya lahan dapat diperoleh dari data citra penginderaan jauh. Perkembangan dari metode identifikasi objek mengarah pada metode klasifikasi berbasis objek, salah satunya adalah metode segmentasi.

Metode ini berfungsi untuk membentuk segmen objek dan mengetahui efektifitas dan ketelitian klasifikasi tutupan lahan secara otomatis di wilayah Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat. Penelitian ini menggunakan data citra satelit ALOS AVNIR-2 tanggal akuisisi 27 September 2008 menggunakan algoritma *Multiresolution Segmentation* dengan parameter skala 50, bentuk 0,3 dan kekompakan 0,5. Pengolahan data citra diawali dengan penggabungan *layer*, koreksi geometrik, dan pemotongan citra. Proses berikutnya adalah segmentasi citra, penentuan populasi objek, dan klasifikasi *NearestNeighbor* menggunakan perangkat lunak *eCognition Developer 8.9*. Hasil klasifikasi diuji dengan penilaian akurasi (*accuracyassessment*) dan validasi objek menggunakan aplikasi *GoogleEarth*.

Metode segmentasi ini menghasilkan 5.350 segmen yang diklasifikasikan ke dalam lima kelas, yaitu badan air sebanyak 372 segmen, lahan terbangun sebanyak 2.051 segmen, lahan terbuka sebanyak 1.013 segmen, vegetasi sebanyak 812 segmen, dan objek yang tertutup oleh awan dan bayangan sebanyak 1.102 segmen. Luas masing-masing objek adalah badan air seluas 7.680,109 hektar, lahan terbangun seluas 41.261,562 hektar, lahan terbuka seluas 18.334,655 hektar, vegetasi seluas 18.916,952 hektar, dan luas objek yang tertutup awan dan bayangan adalah 8.647,324 hektar. Hasil penilaian akurasi menghasilkan nilai akurasi keseluruhan 99,962% dan nilai akurasi Kappa 99,948%.

Sebagai kesimpulan metode segmentasi ini menghasilkan tingkat efektifitas dan akurasi yang tinggi didukung oleh resolusi spasial citra yang baik.

Kata kunci: algoritma multiresolusi, ALOS AVNIR-2, *eCognition*, segmentasi, tutupan lahan.

ABSTRACT

Nowadays the information about land resources should be extracted by remote sensing image data. Object identification method development has tendency to classification method based on object, one of the methods is segmentation.

This method has a function to make a segment of object and determine effective and accuracy through landcover classification in Purwakarta Regency, West Java. This research uses satellite image data of ALOS AVNIR-2 which is acquired in September 27, 2008, using Multiresolution Segmentation algorithm with scale parameter 50, shape 0,3, and compactness 0,5. The process of image data begins with layer stacking, geometric correction, and image cropping. The next process are running image segmentation, population deciding, and Nearest Neighbor classification using eCognition Developer 8.9. The result of classification has been tested by accuracy assessment and object validation using Google Earth.

This method produces 5.350 segments classified into five classes, those are 372 segments of water body, 2.051 segments of manmade object, 1.013 segments of open field, 812 segments of vegetation, and 1.102 segments of object that covered with cloud and shadow. The width of each object is 7.680,109 hectares of water body, 41.261,562 hectares of manmade object, 18.334,655 hectares of open field, and 8.647,324 hectares of object that covered by cloud and shadow. The result of accuracy assessment has produces a value 99,962% of overall accuracy and 99,948% of Kappa accuracy.

**) Penulis Penanggungjawab*

As a conclusion, this segmentation method has a good effective and accuracy supported by good image spatial resolution.

Keywords: ALOS AVNIR-2, eCognition, landcover, multiresolution algorithm, segmentation.

I. Pendahuluan

Kegiatan perencanaan dan pembangunan tata ruang wilayah merupakan hal pokok yang harus dilaksanakan pemerintah selain sebagai penentu kebijakan terkait tata ruang di Indonesia. Dalam UU No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang disebutkan bahwa penataan ruang memiliki misi untuk mewujudkan pemanfaatan ruang yang berhasil guna dan berdaya guna serta mampu mendukung pengelolaan lingkungan hidup yang berkelanjutan, tidak terjadi pemborosan pemanfaatan ruang, dan tidak menyebabkan terjadinya penurunan kualitas ruang. Oleh karena itu perencanaan harus juga dimaknai dengan kinerja sosial budaya masyarakat yang selaras dengan kelestarian lingkungannya. Hal ini menunjukkan bahwa di dalam suatu proses perencanaan harus mempertimbangkan modal sosial dan sumberdaya bersama yang harus dikelola secara berkelanjutan (Rustiadi dkk., 2011).

Dalam rangka pembangunan, pemanfaatan ruang untuk tujuan-tujuan tertentu diperlukan pertimbangan yang matang dalam mengambil keputusan mengingat tingginya persaingan dalam penggunaan lahan, baik untuk kepentingan di bidang pertanian maupun untuk keperluan non pertanian seperti pembangunan area pemukiman dan industri. Oleh karena itu lahan tersebut perlu diklasifikasikan ke dalam kelas-kelas tertentu berdasarkan kriteria-kriteria tertentu.

Saat ini telah banyak dikembangkan metode klasifikasi untuk tutupan lahan menggunakan data penginderaan jauh, diantaranya klasifikasi berbasis piksel dan klasifikasi berbasis objek. Klasifikasi berdasarkan objek banyak menarik perhatian di bidang penginderaan jauh dekade terakhir ini karena tidak seperti metode klasifikasi klasik yang beroperasi secara langsung pada piksel tunggal, pendekatan ini beroperasi pada objek yang sebelumnya telah dikelompokkan melalui proses segmentasi. Ide dasar dari proses ini adalah mengelompokkan piksel-piksel berdampingan menjadi objek spektral yang homogen melalui segmentasi kemudian dilanjutkan proses klasifikasi pada objek sebagai unit proses terkecil (Schirokauer dkk., 2006). Menurut Kampouraki (2007) metode klasifikasi berbasis objek ini akan meminimalkan kelemahan klasifikasi berbasis piksel yang hanya didasarkan nilai digital dengan menambahkan beberapa parameter lain.

Beberapa perangkat lunak pengolah citra yang dapat melakukan klasifikasi berbasis objek yaitu *MultiSpec*, *SPRING*, dan *eCognition*. Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini adalah *eCognition Developer 8.9*. Perangkat lunak pengolah citra ini dapat secara komprehensif menganalisis citra multi-dimensi dengan melakukan segmentasi dan klasifikasi tutupan lahan yang hasilnya dapat dianalisis lebih jauh. Klasifikasi yang digunakan pada *eCognition* adalah klasifikasi *supervised* dengan algoritma *Nearest Neighbor*. Adapun data yang digunakan adalah data citra ALOS dengan sensor AVNIR-2 (*The Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type 2*) yang dinilai memberikan cakupan lahan dengan resolusi spasial yang baik. Oleh karena itu dengan diterapkannya metode ini diharapkan dapat memberikan informasi yang terkait tutupan lahan yang tersegmentasi dan terklasifikasi secara cepat, tepat, dan akurat.

Berdasarkan uraian di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

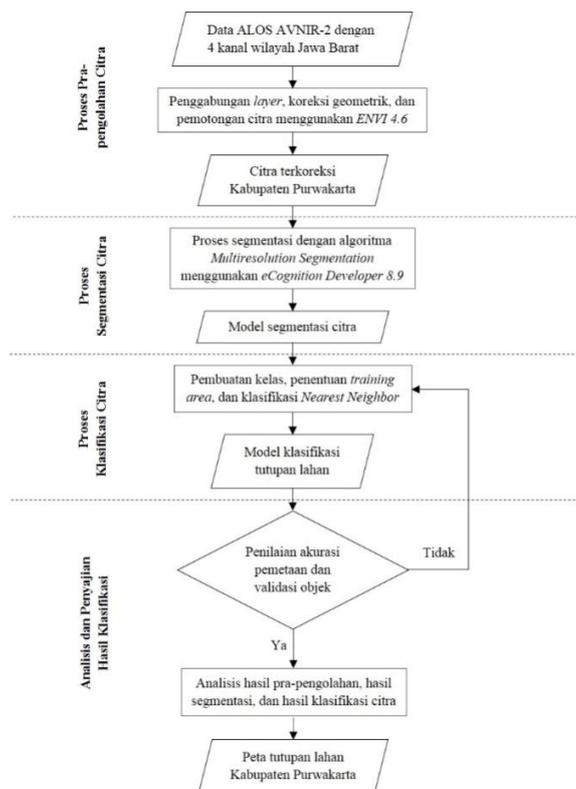
1. Bagaimana penerapan metode segmentasi dengan algoritma *Multiresolution Segmentation* untuk klasifikasi tutupan lahan menggunakan data ALOS AVNIR-2?
2. Bagaimana mengklasifikasikan tutupan lahan hasil segmentasi berdasarkan kelas penutup lahan sesuai (SNI) 7645:2010?
3. Bagaimana tingkat efektifitas dan ketelitian dari metode segmentasi untuk klasifikasi tutupan lahan dari data ALOS AVNIR-2?

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menerapkan metode segmentasi dengan algoritma *Multiresolution Segmentation* untuk klasifikasi tutupan lahan menggunakan data ALOS AVNIR-2.
2. Mengklasifikasi tutupan lahan hasil segmentasi berdasarkan kelas penutup lahan sesuai (SNI) 7645:2010.

3. Mengetahui tingkat efektifitas dan ketelitian dari metode segmentasi untuk klasifikasi tutupan lahan dari data ALOS AVNIR-2.
Batasan-batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.
 1. Wilayah studi mencakup koordinat $6^{\circ}25'-6^{\circ}45'LS$ dan $107^{\circ}30'-107^{\circ}40'BT$ Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat.
 2. Penelitian ini menggunakan klasifikasi *Nearest Neighbor* berdasarkan metode segmentasi dengan algoritma *Multiresolution Segmentation*.
 3. Nilai parameter segmentasi yang digunakan adalah parameter skala 50, bentuk 0,3, dan kekompakan 0,5.

Adapun diagram proses penelitian secara umum adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram proses penelitian

II. Metodologi Penelitian

Secara umum pengolahan data citra untuk klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode segmentasi dengan algoritma *Multiresolution Segmentation* dibagi dalam empat tahapan berikut.

1. Proses pra-pengolahan citra
Pra-segmentasi citra meliputi proses penggabungan kanal (*Layer Stacking*), koreksi geometrik, dan pemotongan citra (*Image Cropping*).
2. Proses segmentasi citra
Proses segmentasi citra meliputi pembuatan *project* baru pada *eCognition Developer 8.9*, menentukan kombinasi kanal RGB, penentuan algoritma segmentasi dan nilai parameter segmentasi skala (*scale*), bentuk (*shape*), dan kekompakan (*compactness*).
3. Proses klasifikasi tutupan lahan
Proses klasifikasi meliputi pembuatan kelas, pengambilan sampel (*training area*), dan klasifikasi dengan metode *Nearest Neighbor* serta konversi hasil klasifikasi dalam format *shapefile*.
4. Penyajian model segmentasi dan peta tutupan lahan.

Tahap akhir dari proses ini adalah model segmentasi citra, hasil klasifikasi tutupan lahan, penilaian akurasi pemetaan dan validasi objek, serta pembuatan peta tutupan lahan Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat.

Proses klasifikasi dengan metode *Nearest Neighbor* perlu dilakukan penilaian akurasi untuk mengetahui kualitas hasil klasifikasi. Metode penilaian akurasi (*accuracy assessment*) pada perangkat lunak *eCognition Developer 8.9* dapat menghasilkan informasi statistik untuk memeriksa kualitas dari hasil klasifikasi. Kemudian validasi objek dilakukan menggunakan aplikasi *Google Earth* yang terkoneksi internet dengan perangkat lunak *ENVI 4.6*.

III. Hasil dan Pembahasan

1. Hasil dan analisis proses pra-pengolahan citra

Proses pra-pengolahan diawali dengan penggabungan kanal (*layer stacking*) pada citra ALOS AVNIR-2 terdiri dari empat kanal (*band*) yaitu kanal 1 warna biru, kanal 2 warna hijau, kanal 3 warna merah, dan kanal 4 adalah inframerah dekat. Tahap ini dilakukan menggunakan perangkat lunak *ENVI 4.6* yang dinilai mampu mengeksekusi secara cepat proses penambahan kanal pada *Available Band List* maupun ketika penyimpanan hasil penggabungan kanal pada media penyimpanan (*device storage*). Citra yang ditampilkan pada jendela *Display#1* juga tampak lebih jelas. Namun dibutuhkan ruang yang cukup besar untuk menyimpan *file* dalam format **.hdr* dan **.ovr* dari *ENVI 4.6*.

Kemudian dilakukan koreksi geometrik untuk melakukan pemulihan citra agar koordinat citra sesuai dengan koordinat geografi. Koreksi geometrik dilakukan dengan cara memilih sepuluh (10) titik kontrol lapangan (*Ground Control Point*) yang tersebar merata pada citra agar memperoleh ketelitian yang lebih baik. Titik kontrol lapangan yang dipilih diutamakan titik-titik yang permanen seperti perpotongan jalan, sungai, muara sungai, pulau kecil dan titik-titik lain yang dianggap tidak berubah posisi dalam jangka waktu yang lama. Nilai *RMS error* koreksi geometrik pada citra sebagai berikut.

Tabel 1. *RMS error* pada *ER Mapper*

No. Titik	<i>Easting</i>	<i>Northing</i>	<i>RMS</i> (piksel)
1	770.895,32	9.287.469,58	0,07
2	752.844,44	9.325.786,94	0,06
3	822.609,68	9.316.176,98	0,03
4	737.814,16	9.251.780,44	0,02
5	807.589,33	9.242.152,28	0,05
6	798.386,31	9.286.574,32	0,04
7	815.896,33	9.280.593,34	0,08
8	747.083,13	9.298.649,23	0,08
9	781.066,69	9.242.274,69	0,05
10	779.197,79	9.325.664,96	0,06
Total <i>RMS error</i>			0,534
<i>RMS error</i> rata-rata			0,053

Berdasarkan tabel 4.1 jumlah nilai *RMS error* dari 10 titik GCP adalah 0,534 sehingga menghasilkan nilai rata-rata *RMS error* sebesar 0,053 artinya terjadi pergeseran geometrik sebesar 0,053 piksel atau 0,53 meter dari resolusi spasial 10 meter citra ALOS. Hasil koreksi geometrik sangat baik untuk kembali membenarkan posisi citra sesuai dengan data acuan yaitu peta Rupabumi Indonesia wilayah Jawa Barat karena standar nilai RMS maksimum adalah 0,5 piksel.

Kemudian citra hasil koreksi geometrik dilakukan pemotongan sesuai dengan wilayah penelitian yang sudah ditentukan dengan tujuan memfokuskan area penelitian yang akan dikaji. Pemotongan citra dibatasi oleh data administrasi Kabupaten Purwakarta dalam format *shapefile* dilakukan pada perangkat lunak *ENVI 4.6*.



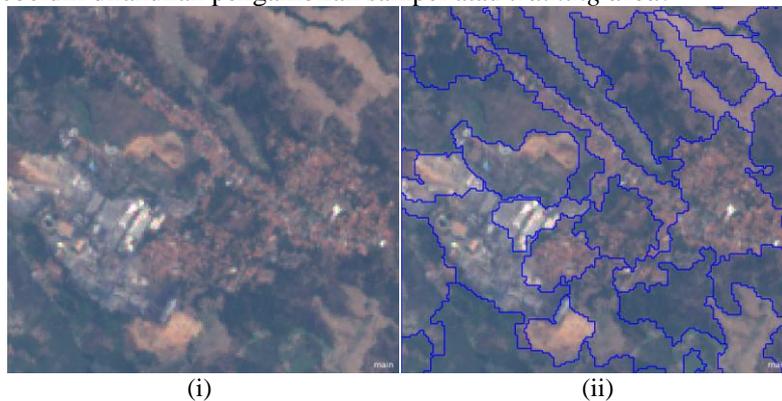
Gambar 2. Citra hasil pemotongan wilayah Kabupaten Purwakarta

2. Hasil dan analisis proses segmentasi menggunakan *eCognitionDeveloper8.9*

Sebelum dilakukan segmentasi, untuk mempertajam kenampakan objek pada citra agar mempermudah proses identifikasi objek perlu dilakukan kombinasi kanal (*band*). Pada penelitian ini kombinasi kanal yang digunakan adalah 432 (*NIR-red-green*). Kombinasi kanal 432 dapat memperkuat kontras dan mempertajam perbedaan antara vegetasi, lahan terbangun, lahan kosong, dan badan air, serta memisahkan awan dan bayangan. Tampak jelas ditunjukkan dengan tekstur dan warna seperti vegetasi berwarna merah, badan air dengan warna gelap, lahan terbuka berwarna kehijauan, dan kawasan terbangun berwarna hijau tak beraturan.

Namun, terjadi penurunan kualitas citra ketika data pertama kali ditambahkan ke jendela *Map View eCognition Developer 8.9*, berbeda hal pada saat citra ditampilkan pada jendela *Display#1 ENVI 4.6*. Meski demikian proses segmentasi tetap dapat dijalankan menggunakan algoritma-segmentasi.

Pada data citra ALOS AVNIR-2 tahun 2008 dilakukan proses segmentasi dengan algoritma *Multiresolution Segmentation* parameter segmentasi skala 50, bentuk 0,3, dan kekompakan 0,5 memberikan hasil yang cukup baik. Objek seperti vegetasi, lahan terbangun, lahan terbuka, dan badan air dapat dipisahkan dengan baik. Hal ini ditunjukkan dengan *region* yang terbentuk terdiri atas satu buah objek dalam kelas yang sama. Liputan awan dan bayangan juga dapat dipisahkan dari objek penutup lahan lainnya. Berdasarkan hasil segmentasi, banyak *region* yang terbentuk adalah 5.350 segmen. Jumlah tersebut belum bisa dijelaskan secara rinci jumlah *region* masing-masing objek sebelum dilakukan pengambilan sampel atau *training area*.



Gambar 3. Pemisahan objek secara otomatis (i) sebelum dilakukan segmentasi dan (ii) sesudah dilakukan segmentasi

Kelemahan dari metode segmentasi ini adalah sulit diaplikasikan untuk memisahkan tutupan lahan berdasarkan kegunaan seperti sawah, hutan lindung, dan sebagainya, sehingga objek tersebut biasanya masuk dalam *region* vegetasi. Sedangkan lahan sawah setelah masa panen akan tampak sebagai lahan terbuka karena tidak adanya vegetasi sawah. Keberagaman fungsi dari vegetasi

tersebut belum mampu diekstraksi secara baik dari data ALOS AVNIR-2 yang memiliki resolusi spasial 10 meter sehingga ketelitian informasi tutupan lahan menjadi berkurang.

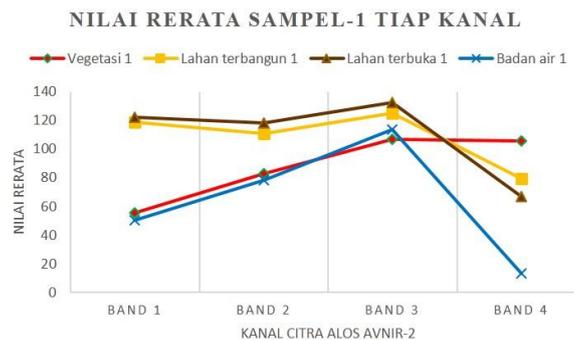
Kelemahan lainnya adalah faktor subyektifitas yang tinggi apabila ditemukan *region* yang di dalamnya terdapat lebih dari satu objek. Misalnya dalam satu *region* terdapat objek pemukiman dalam vegetasi, hal ini memicu subyektifitas karena harus memutuskan *region* tersebut masuk dalam kelas pemukiman atau kelas vegetasi. Contoh lain yang biasa terjadi adalah percampuran antara lahan terbuka dan pemukiman dalam satu *region*. Kasus-kasus ini terjadi karena nilai skala 50 yang dimasukkan belum dapat memisahkan objek yang tercampur tersebut sehingga terbentuk *region* dengan beberapa objek penutup lahan di dalamnya.

Dari aspek kinerja perangkat lunak yang digunakan untuk proses segmentasi ini adalah satu unit komputer laptop jenis *LENOVO Ideapad S215* dengan *processorAMD E1-2100* berkecepatan *1 GHzOS Windows 764 bit* membutuhkan waktu 6 menit 35,31 detik hingga terbentuk *region-region* objek.

3. Hasil dan analisis klasifikasi citra pada eCognition Developer 8.9

Penentuan kelas objek mengacu pada SNI 7645-2010 kelas penutup lahan skala 1:250.000 dimana kelas penutup lahan dibagi menjadi empat (4) kelas yaitu daerah vegetasi, lahan terbuka (lahan tanpa tutupan), lahan terbangun (pemukiman, jaringan jalan, jaringan jalan kereta api, dan sebagainya) serta badan air (danau, waduk, rawa, sungai, dan sebagainya). Sedangkan objek yang tertutup oleh awan dan bayangan tidak termasuk dalam kelas tersebut.

Setelah dilakukan pengambilan sampel maka dapat diketahui nilai spektral dari objek yaitu nilai rerata dan standar deviasi. Spektral adalah hasil interaksi antara energi elektromagnetik (EM) dengan suatu objek. Objek yang ada di permukaan bumi mempunyai karakteristik yang berbeda satu dengan lainnya (khas). Ada objek yang mempunyai sifat daya serapnya (absorpsi) terhadap elektromagnetik tinggi dan pantulannya rendah, sebaliknya ada objek yang mempunyai daya serap yang rendah dan daya pantulnya tinggi. Pola pantulan dan absorpsi ini berbeda untuk panjang gelombang (*wavelength*) yang berbeda. Jika dikaitkan dengan citra satelit, maka masing-masing objek akan memberikan pantulan energi elektromagnetik yang berbeda sehingga mampu membedakan suatu objek dengan objek yang lain (identifikasi) (Kusumowidagdo, dkk, 2007).

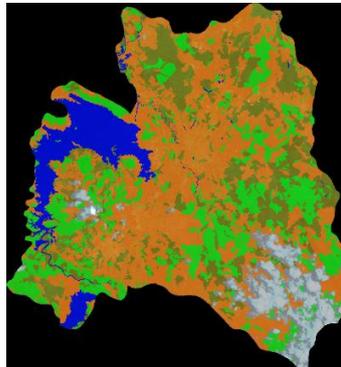


Gambar 4. Grafik nilai rerata sampel-1 terhadap kanal



Gambar 5. Grafik nilai rerata sampel-2 terhadap kanal

Berdasarkan grafik nilai rerata sampel-1 (gambar 4) dan sampel-2 (gambar 5) bahwa objek lahan terbangun dan lahan terbuka memiliki besaran nilai rerata yang hampir sama untuk semua kanal kanal karena memiliki karakteristik yang hampir sama dalam memantulkan atau menyerap gelombang elektromagnetik dari seluruh kanal. Sedangkan nilai rerata badan air dan vegetasi memiliki besaran nilai yang hampir sama pada kanal 1 (biru), kanal 2 (hijau), dan kanal 3 (merah), namun selisih nilai rerata sangat besar pada kanal 4 (inframerah dekat) karena karakteristik badan air yang menyerap gelombang elektromagnetik dari kanal 4 sedangkan karakteristik vegetasi yang memantulkan gelombang elektromagnetik dari kanal 4.



Gambar 6. Hasil klasifikasi *NearestNeighbor*

Kemudian dilakukan klasifikasi *Nearest Neighbor* maka informasi luas tutupan lahan yang dapat diekstraksi untuk Kabupaten Purwokarta adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil klasifikasi *NearestNeighbor*

No	Jenis Tutupan Lahan	Luas (ha)	Persentase (%)	Jumlah segmen
1	Vegetasi	18.916,952	19,946	1.102
2	Lahan Terbangun	41.261,562	43,506	2.051
3	Lahan Terbuka	18.334,655	19,332	1.013
4	Badan Air	7.680,109	8,098	812
5	Awan dan bayangan	8.647,324	9,118	372
Total		94.840,602	100,000	5.350

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui luas tutupan lahan wilayah kajian adalah 94.840,602 hektar. Lebih lanjut luas objek badan air adalah 7.680,109 hektar atau 8,098% dari luas wilayah Kabupaten Purwokarta terdiri dari 372 segmen (*region*). Kemudian luas lahan terbangun adalah 41.261,562 hektar atau 43,506% dari luas wilayah Kabupaten Purwokarta terdiri dari 2.051 segmen. Luas lahan terbuka adalah 18.343,655 hektar atau 19,332% dari luas wilayah Kabupaten Purwokarta terdiri dari 1.013 segmen. Luas vegetasi adalah 18.916,952 hektar atau 19,946% dari luas wilayah Kabupaten Purwokarta terdiri dari 812 segmen. Sedangkan luas lahan yang tidak teridentifikasi status tutupan lahannya karena tertutup oleh awan dan bayangan adalah 8.647,324 hektar atau 9,118% dari wilayah studi terdiri dari 1.102 segmen. Dengan demikian luas tutupan lahan yang berhasil teridentifikasi yaitu seluas 86.193,278 hektar.

4. Hasil dan Analisis Penilaian Akurasi dan Validasi Objek

Analisis akurasi pemetaan dilakukan dengan matriks kesalahan (*confusionmatrix*), yang membandingkan hasil segmentasi terhadap data referensi dengan memperhatikan beberapa parameter yaitu badan air, lahan terbangun, lahan terbuka, vegetasi, dan awan dan bayangan. Berikut adalah tabel *commissionerror* dan *omissionerror* serta matriks kesalahan dari metode klasifikasi *nearestneighbor* dengan hasil perhitungan *user'saccuracy*, *produceraccuracy*, *overallaccuracy*, dan *kappaaccuracy*.

Tabel 3. *Commision error* dan *Omission error*

Class	Commision (Piksel)	Omission (Piksel)	Commission (%)	Ommision (%)
Badan air	2/271	0/269	0,738	0
Vegetasi	0/812	2/814	0	0,246
Lahan Terbangun	0/2050	0/2050	0	0
Lahan Terbuka	0/1012	0/1012	0	0
Awan dan Bayangan	0/1099	0/1099	0	0

Berdasarkan perhitungan pada tabel di atas dapat diketahui kesalahan komisi (*commission error*) dan kesalahan omisi (*omission error*). Besar kesalahan komisi untuk badan air adalah 2 piksel. Sedangkan untuk objek vegetasi, lahan terbangun, lahan terbuka, serta awan dan bayangan tidak terjadi kesalahan komisi atau tidak ada piksel lain yang masuk dalam kelas objek tersebut. Berikutnya untuk kesalahan omisi pada vegetasi adalah 2 piksel. Sedangkan untuk objek badan air, lahan terbangun, lahan terbuka, serta awan dan bayangan tidak terjadi kesalahan omisi atau tidak ada piksel yang keluar dari sampel.

Kemudian untuk mengetahui tingkat akurasi hasil klasifikasi, piksel disajikan dalam matriks kesalahan atau *confusionmatrix* disertai perhitungan *user'saccuracy* dan *producer'saccuracy* berikut ini.

Tabel 4. Matriks kesalahan berdasarkan sampel

Class \ Samples	Badan air (piksel)	Vegetasi (piksel)	Lahan Terbangun (piksel)	Lahan Terbuka (piksel)	Awan dan Bayangan (piksel)	Jumlah (piksel)
<i>Unclassified</i>	0	0	0	0	0	0
Badan air	269	2	0	0	0	271
Vegetasi	0	812	0	0	0	812
Lahan Terbangun	0	0	2050	0	0	2050
Lahan Terbuka	0	0	0	1012	0	1012
Awan dan Bayangan	0	0	0	0	1099	1099
Jumlah	269	814	2050	1012	1099	5244

Besarnya akurasi umum (*overall accuracy*) untuk klasifikasi adalah sebesar 99,962%. Kemudian perhitungan akurasi *Kappa* sangat dianjurkan karena dalam perhitungan akurasinya menggunakan seluruh elemen dalam matriks kesalahan. Besarnya nilai akurasi *Kappa* pada metode ini adalah 99,948%. Hal ini menunjukkan bahwa metode segmentasi dengan algoritma *MultiresolutionSegmentation* yang kemudian dilakukan klasifikasi *NearestNeighbor* memberikan hasil klasifikasi dengan tingkat akurasi sangat tinggi.

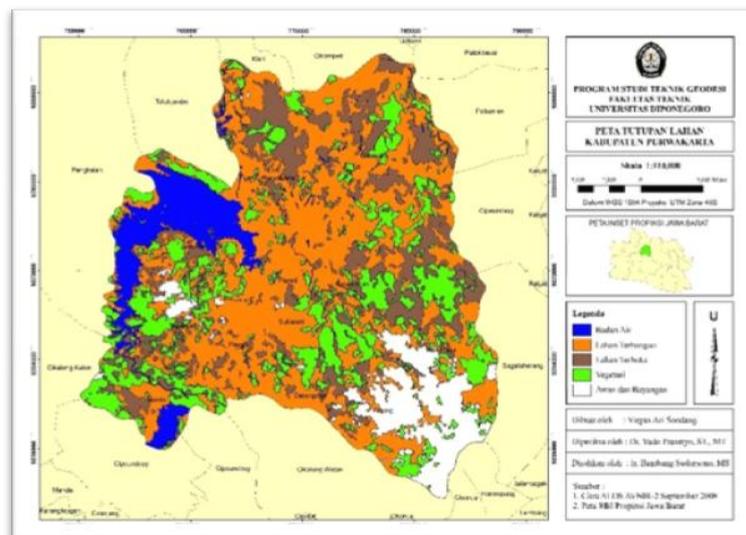
Hasil validasi pada 16 segmen penutup lahan terhadap objek pada aplikasi *Google Earth* masing-masing terdiri dari 4 segmen vegetasi, 4 segmen lahan terbangun, 4 segmen lahan terbuka, dan 4 segmen badan air. Secara keseluruhan menunjukkan titik lokasi objek yang tepat dan kondisi yang sama dengan objek tersegmentasi. Citra pada *GoogleEarth* menunjukkan beberapa objek yang mengalami perubahan fungsi karena akuisisi data lebih terbaru.

Berikut ini tabel lokasi titik validasi objek (tabel 5) dan peta tutupan lahan Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat (gambar 7).

Tabel 5. Lokasi titik validasi objek

No	Objek	Koordinat UTM	Koordinat geografis
1	Lahan terbangun	769.884,013 m 9.276.316,758 m	6°32'28,24"LS 107°26'25,59"BT
2	Lahan terbangun	764.119,010 m 9.265.354,260 m	6°38'25,84"LS 107°23'19,74"BT
3	Lahan terbangun	766.334,013 m 9.281.006,758 m	6°29'56,20"LS 107°24'29,37"BT

4	Lahan terbangun	768.464,013 m 9.260.716,758 m	6°40'56,04"LS 107°25'41,87"BT
5	Vegetasi	780.591,510 m 9.279.916,760 m	6°30'29,39"LS 107°32'13,34"BT
6	Vegetasi	776.979,010 m 9.283.426,760 m	6°28'35,78"LS 107°30'15,26"BT
7	Vegetasi	767.964,013 m 9.261.396,758 m	6°40'33,99"LS 107°25'25,49"BT
8	Vegetasi	784.714,013 m 9.268.286,758 m	6°36'47,07"LS 107°34'29,38"BT
9	Lahan terbuka	782.691,510 m 9.275.546,760 m	6°32'51,22"LS 107°33'22,37"BT
10	Lahan terbuka	754.584,010 m 9.260.366,760 m	6°41'9,60"LS 107°18'10,21"BT
11	Lahan terbuka	777.068,383 m 9.290.416,627 m	6°24'47,07"LS 107°30'11,70"BT
12	Lahan terbuka	763.223,812 m 9.264.328,614 m	6°38'57,14"LS 107°22'48,16"BT
13	Badan air	764.659,010 m 9.274.421,760 m	6°33'30,72"LS 107°23'35,90"BT
14	Badan air	757.214,010 m 9.259.474,260 m	6°41'38,23"LS 107°19'35,94"BT
15	Badan air	773.414,013 m 9.282.586,758 m	6°29'3,68"LS 107°28'19,43"BT
16	Badan air	760.704,013 m 9.274.336,758 m	6°33'34,09"LS 107°21'27,23"BT



Gambar 7. Peta tutupan lahan Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat

IV. Kesimpulan Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisis yang telah dipaparkan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

- a. Penerapan metode segmentasi pada data ALOS AVNIR-2 dengan algoritma *Multiresolution Segmentation* untuk klasifikasi tutupan lahan diawali dengan proses penggabungan kanal, koreksi geometrik, pemotongan citra, pembuatan *project* baru pada *Rule Set Mode*, penentuan kombinasi kanal, serta penentuan nilai parameter segmentasi yaitu skala 50, bentuk 0,3, dan kekompakan 0,5.

- b. Kelas penutup lahan dibagi dalam empat (4) kelas yaitu vegetasi, badan air, lahan terbangun, dan lahan terbuka. Luas masing-masing objek untuk vegetasi seluas 18.916,952 hektar, lahan terbangun seluas 41.261,562 hektar, lahan terbuka seluas 18.343,655 hektar, dan badan air seluas 7.680,109 hektar. Liputan awan dan bayangan yang menutupi wilayah studi seluas 8.647,324 hektar.
- c. Besarnya akurasi umum (*overall accuracy*) untuk klasifikasi adalah sebesar 99,962% dan besarnya nilai akurasi *Kappa* pada metode ini adalah 99,948%. Hal ini menunjukkan bahwa metode segmentasi dengan algoritma *Multiresolution Segmentation* yang kemudian dilakukan klasifikasi *Nearest Neighbor* memberikan hasil klasifikasi dengan tingkat akurasi sangat tinggi serta pembentukan *region* objek secara otomatis, cepat, dan akurat.

Saran

- a. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya disarankan data yang digunakan adalah data citra beresolusi spasial tinggi untuk mempermudah ekstraksi informasi tutupan lahan terutama dalam usaha spesialisasi fungsi tutupan lahan vegetasi.
- b. Untuk mengoptimalisasi proses segmentasi sebaiknya ditentukan nilai parameter skala yang ideal sehingga objek penutup lahan dapat dipisahkan secara lebih baik, menghindari percampuran objek dalam satu segmen.
- c. Untuk mengoptimalisasi proses segmentasi pada data citra beresolusi spasial rendah dan menengah sebaiknya dilakukan kombinasi algoritma segmentasi agar terdapat peningkatan ketelitian informasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Affan, M., Faizah, dan Dahlan. 2010. *Landcover Change Analysis Using Satellite Image*. Banda Aceh. Universitas Syah Kuala.
- ALOS Data User Handbook Revision C. 2008. JAXA.
- Aplin, P., dan Smith, G.M. 2008. *Advances in Object-Based Image Classification*. Nottingham. University of Nottingham.
- Arief, M., Roswintarti, O., Julzarika, A., dan Prayogo, T. 2010. Inventarisasi Tutupan Lahan Menggunakan Satelit Penginderaan Jauh ALOS dengan Metode Klasifikasi Tetangga Terdekat Studi Kasus Jawa Barat. Jakarta. LAPAN.
- Bins, L.S.A., Fonseca, L.M.G., Erthal, G.J., dan Ii, F.M. 1996. *Satellite Imagery Segmentation: a Region Growing Approach*. Sao Paulo. National Institute for Space Research.
- Charles, dan Sylvianto. 2012. Segmentasi Citra Spasial Multi Resolusi Untuk Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Algoritma *Region Growing*. Jakarta. Universitas Bina Nusantara.
- Erawanta, T.T., Prihandito, A., dan Harintaka. 2012. Klasifikasi Berorientasi Objek Pada Citra *Quickbird*. Yogyakarta. Universitas Gadjah Mada.
- FWI/GFW. 2001. Keadaan Hutan Indonesia. Bogor. Global Forest Watch.
- Griffith, J.S. 2005. *Object-oriented Method to Classify The Landuse and Landcover in San Antonio using eCognition Object-Oriented Image Analysis*. San Antonio. University of Texas.
- Herold, M., Guenther, S., dan Clarke, K.C. 2002. *Mapping Urban Areas in The Santa Barbara South Coast Using Ikonos Data and Definiens eCognition*. Munchen. Definiens.
- Jaya, I. N. S. 2007. Analisis Citra Digital: Perspektif Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam. Bogor. Departemen Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan IPB.
- Kampouraki, M., Wood, G., dan Brewer, T.R. 2007. *The Suitability of Object-Based Image Segmentation to Replace Manual Aerial Photo Interpretation for Mapping Impermeable Land Cover*. Newcastle. Annual Conference 2007 Remote Sensing and Photogrammetry Society (RSPSoc).
- Kusumowidagdo, M., dkk. 2007. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Jakarta. LAPAN.
- Lillesand, T.M., dan Kiefer, R.W. 2000. *Remote Sensing and Image Interpretation*. Madison. John Wiley and Sons Inc.
- Maselena, A. 2002. Modul Pelatihan Sistem Informasi Geografis. Bandar Seri Begawan. Universiti Brunei Darussalam.

- Murai, S. 1993. *Prediction of Vegetation Restoration by Erosion Control Works in Ashio Copper Mines*. Tokyo. IGARSS.
- Parsa, I.M. 2013. Optimalisasi Parameter Segmentasi Untuk Pemetaan Lahan Sawah Menggunakan Citra Satelit *Landsat*, Studi Kasus Padang Pariaman, Sumatera Barat dan Tanggamus, Lampung. Jakarta. LAPAN.
- Platt, R.V., dan Rapoza, L. 2008. *An Evaluation of an Object-Oriented Paradigm for Landuse or Landcover Classification*. Gettysburg. Gettysburg College.
- Prahasta, E. 2005. Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis. Bandung. Penerbit Informatika.
- Prahasta, E. 2011. Tutorial *ArcGISDesktop* untuk Bidang Geodesi dan Geomatika. Bandung. Informatika.
- Putra, E.H. 2011. Penginderaan Jauh dengan *ERMapper*. Bandung. Penerbit Informatika.
- Purwakarta Dalam Angka 2008. Purwakarta. BPS Kabupaten Purwakarta.
- Purwakarta Dalam Angka 2011. Purwakarta. BPS Kabupaten Purwakarta.
- Purwakarta Dalam Angka 2012. Purwakarta. BPS Kabupaten Purwakarta.
- Purwakarta Dalam Angka 2013. Purwakarta. BPS Kabupaten Purwakarta.
- Riswanto, E. 2009. Evaluasi Akurasi Klasifikasi Penutupan Lahan Menggunakan Citra ALOS PALSAR Resolusi Rendah Studi Kasus Pulau Kalimantan. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Rustiadi, E., Saefulhakim, S., dan Panuju, D.R. 2011. Perencanaan dan Pengembangan Wilayah. Jakarta. Crestpent Press.
- Schirokauer, D., Yu, Q., Gong, P., Clinton, N., Biging, G., Kelly, M. 2006. *Object Based Detailed Vegetation Classification with Airborne High Spatial Resolution Remote Sensing Imagery*. Berkeley. PERS.
- Schoenmakers, R.P.H.M., Wilkinson, G.G., dan Schouten, T.E. 1991. *Segmentation of Remote-Sensed Images: a Re-definition for Operational Applications*. Espoo. IGARSS.
- Setianingrum, D.R., Suprayogi, A., dan Haniah. 2014. Analisis Kesesuaian Lahan Tambak Menggunakan Sistem Informasi Geografis. Semarang. Jurnal Geodesi Undip.
- Sitanggang, G. 2009. Sistem Penginderaan Jauh Satelit ALOS dan Analisis Pemanfaatan Data. Jakarta. LAPAN.
- Tilton, J.C. 1989. *Image Segmentation by Iterative Parallel Region Growing and Splitting*. Vancouver. IRSS.
- TrimbleeCognitionDeveloper*. 2013. *Reference Book*. Munchen. eCognition.
- TrimbleeCognitionDeveloper*. 2013. *User Guide*. Munchen. eCognition.
- Zaki, A. 2010. Keliling Dunia dengan *Google Earth* dan *Google Maps*. Yogyakarta. Penerbit ANDI.
- Zucker, S.W. 1976. *Region Growing: Childhood and Adolescence*. Yale. Yale University.