

**ANALISIS PERBANDINGAN KLASIFIKASI TUTUPAN LAHAN
KOMBINASI DATA *POINT CLOUD* LIDAR DAN FOTO UDARA
BERBASIS METODE SEGMENTASI DAN *SUPERVISED*
(Studi Kasus : Tanggamus Lampung)**

Atika Marwati, Yudo Prasetyo, Andri Suprayogi^{*)}

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
Email : atika.ardian@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terdiri dari pulau-pulau yang membentang dari Sabang hingga Merauke. Pemerintah saat ini merencanakan pembangunan fisik secara cepat untuk seluruh kawasan Negara Kesatuan Republik Indonesia. Strategi pembangunan fisik secara cepat tentu saja memerlukan adanya peta. Peta terdiri dari peta dasar dan peta tematik. Salah satu contoh dari peta tematik adalah peta tutupan lahan. Upaya pemerintah untuk menuntaskan kebijakan *one map policy* membuat kebutuhan akan sumber daya manusia geospasial semakin meningkat sedangkan masih sedikit sumber daya manusia yang tersedia. Hal ini menyebabkan diperlukannya sebuah metode yang relatif lebih cepat dan efektif untuk pengklasifikasian tutupan lahan.

Saat ini telah banyak dikembangkan metode klasifikasi untuk tutupan lahan menggunakan data penginderaan jauh, diantaranya klasifikasi berbasis piksel dan klasifikasi berbasis objek. Klasifikasi berbasis piksel salah satunya dengan metode *supervised* dan klasifikasi berbasis objek dapat dilakukan dengan metode segmentasi. Segmentasi dalam konteks OBIA (*Object-Based Image Analysis*) dapat diartikan sebagai proses pengelompokan dari piksel-piksel bertetangga ke dalam area atau segmen berdasarkan kemiripan kriteria seperti digital number atau tekstur. Pada kedua metode ini dapat dibedakan antara kelas vegetasi, air dan sebagainya. Dari algoritma segmentasi multiresolusi yang telah dilakukan untuk data LiDAR didapatkan nilai parameter skala 90, bentuk 0,3, kekompakkan 0,7. Sedangkan untuk data foto udara nilai parameter skala sebesar 250, bentuk 0,3 dan kekompakkan 0,5. Pada data foto udara menghasilkan 7.930 segmen dengan nilai *overall accuracy* 93,907%. Kemudian untuk data LiDAR menghasilkan 7.960 segmen dengan nilai *overall accuracy* sebesar 92,810%. Metode *supervised* dilakukan dengan kelas yang sama yaitu 12 kelas untuk foto udara dan 7 kelas untuk LiDAR. Berdasarkan hasil *supervised* foto udara didapatkan nilai *overall accuracy* sebesar 83,530%. Sedangkan LiDAR hanya sebesar 64,595% untuk nilai *overall accuracy*.

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan yang bermanfaat bagi penelitian selanjutnya serta menjadi referensi bagi pemerintah dalam melakukan klasifikasi tutupan lahan dengan data *point cloud* dan foto udara.

Kata Kunci : Klasifikasi, LiDAR, OBIA, Segmentasi, *Supervised*

ABSTRACT

Indonesia is an archipelagic country with extending islands from Sabang to Merauke. The government is currently planning on a rapid physical development for each region of The Unitary State of Republic of Indonesia. Rapid physical development indeed needs a map. Map consists of base map and thematic map. One of the thematic maps is land cover map. Government's effort on completing the one map policy causing the increasing needs of geospatial human resources while available human resources are limited. As a result a relatively fast and effective method is needed in land cover classification.

Classifying land cover methods with remote sensing data are currently much developed, like pixel and object-based land cover classifications. Some of the pixel-based classification methods, supervised and object-based classification can be done with segmentation method. In OBIA (Object-Based Image Analysis) context, segmentation is a process of grouping neighborhood pixels into one area (or segment) based on characteristic similarities such as digital number or texture. From both of the methods it is enabled to differentiate between classes of vegetation, water, etc. Based on the completed multi-resolution segmentation algorithm, LiDAR data obtained parameter scale value of 90, shape 0.3, compactness 0.7. Whereas aerial image data obtained parameter scale value of 250, shape 0.3 and compactness 0.5. The aerial image generated 7.930 segments with overall accuracy value of 93.9077%. Lidar data obtained 7.960 segments with overall accuracy value of 92.810%. Supervised method is completed with same amount of 12 classes for aerial image and 7 classes for LiDAR. Based on the supervised aerial image overall accuracy of 85.530% is generated. Meanwhile LiDAR only generated overall accuracy of 64.595%.

It is hoped that this research can contribute in useful insights for the next upcoming research and also as a reference for the government in classifying land covers with point cloud data and aerial images.

Keywords: Classification, LIDAR, OBIA, Segmentation, Supervised

^{*)}Penulis, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terdiri dari pulau yang membentang dari Sabang hingga Merauke. Jumlah pulau yang ada di Indonesia sekitar lebih dari 17.000 terdiri dari pulau berpenghuni dan tidak berpenghuni. Pemerintah saat ini merencanakan pembangunan fisik secara cepat untuk seluruh kawasan Negara Kesatuan Republik Indonesia.

Strategi pembangunan fisik secara cepat tentu saja memerlukan adanya peta. Peta terdiri dari peta dasar dan peta tematik. Salah satu contoh dari peta tematik adalah peta tutupan lahan. Terlebih saat ini pemerintah sedang mempercepat laju kebijakan satu peta (*one map policy*) yang artinya yang mengacu pada satu referensi geospasial, satu standar, satu basis data, dan satu geoportal. Untuk mewujudkan kebijakan tersebut maka dibutuhkan sumber daya manusia. Sedangkan saat ini sumber daya manusia geospasial masih minim sehingga diperlukan suatu metode yang dapat dilakukan dengan waktu yang cepat dan efektif tanpa mengurangi ketelitian dari peta tersebut. Pada pembuatannya metode yang efektif sesuai dengan kemajuan teknologi. Kemajuan teknologi ini menuntut para praktisi bidang penginderaan jauh melakukan pengembangan metode-metode ekstraksi citra dengan metode klasifikasi untuk mendapatkan informasi yang tepat dan akurat (Danoedoro, 2012).

Saat ini telah banyak dikembangkan metode klasifikasi untuk tutupan lahan menggunakan data penginderaan jauh, diantaranya klasifikasi berbasis piksel dan klasifikasi berbasis objek. Pada penelitian yang dilakukan oleh Arisonang, dkk. (2015) dengan menggunakan data citra ALOS sensor AVNIR-2 tahun 2008 dilakukan klasifikasi berbasis objek yaitu metode segmentasi. 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).

Penelitian ini menggunakan data foto udara dan juga data *point cloud* LiDAR. Terdapat dua tahapan pada metode klasifikasi berbasis objek yaitu segmentasi dan klasifikasi *supervised*. Pada tahap segmentasi dilakukan proses pembagian objek – objek kedalam region – region yang ditentukan oleh suatu ukuran yang sama. Pada proses segmentasi ini dapat dilakukan dengan berbagai pendekatan algoritma, salah satu algoritma yang banyak digunakan pada penelitian – penelitian sebelumnya adalah algoritma multiresolusi segmentasi.

Sehingga dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan variasi peta klasifikasi tutupan lahan dari data yang berbeda. Urgensi penelitian ini adalah

sebagai referensi bagi pemerintah dalam melakukan klasifikasi tutupan lahan dengan data *point cloud* dan foto udara.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana penetapan parameter dan hasil klasifikasi tutupan lahan menggunakan algoritma segmentasi multiresolusi dan *supervised* pada kombinasi data *point cloud* LiDAR dan foto udara?
2. Bagaimana analisis perbandingan tutupan lahan antara metode segmentasi dan *supervised* pada kombinasi data?
3. Bagaimana analisis uji akurasi dari peta tutupan lahan hasil dari segmentasi dan *supervised* pada data *point cloud* LiDAR?
4. Bagaimana analisis perbandingan antar kelas pada hasil segmentasi dan *supervised* pada data LiDAR dan Foto Udara?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Menerapkan metode segmentasi dengan algoritma *multiresolution segmentation* untuk klasifikasi tutupan lahan menggunakan data *point cloud* LiDAR dan foto udara.
2. Mengetahui analisis perbandingan tutupan lahan antara metode segmentasi dan *supervised*.
3. Mengetahui tingkat akurasi ketelitian klasifikasi tutupan lahan metode segmentasi dan metode *supervised* dari data *point cloud* LiDAR serta foto udara.
4. Mengetahui perbandingan antar kelas pada hasil segmentasi dan *supervised* pada data LiDAR dan Foto Udara.

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Aspek Keilmuan
Pada segi keilmuan penelitian ini memberikan manfaat memberikan kontribusi mengenai klasifikasi tutupan lahan dengan algoritma multiresolusi segmentasi dari data *point cloud* LiDAR dan foto udara.
2. Aspek Rekayasa
Hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan perencanaan dalam pengelolaan tata ruang.

1.4 Batasan Masalah

Untuk membatasi permasalahan yang akan dibahas agar tidak terlalu melebar dari topik utama penelitian, maka penelitian ini akan dibatasi pada hal-hal berikut :

1. Metode yang digunakan dalam klasifikasi tutupan lahan adalah dengan segmentasi dan klasifikasi terbimbing.
2. Metode segmentasi parameter yang digunakan adalah skala, bentuk dan kekompakkan disesuaikan dengan keadaan topografi yang ada di lokasi

penelitian. Nilai parameter pada data LiDAR yaitu 90 untuk skala, bentuk 0,3 dan kekompakan 0,7. Sedangkan untuk data foto udara nilai skala sebesar 250, bentuk 0,3 dan kekompakan 0,5.

3. Metode klasifikasi terbimbing menggunakan algoritma *maximum likelihood*.
4. Analisis yang ditekankan pada penelitian ini adalah homogenitas antar metode yang digunakan.
5. Kombinasi data dilakukan ketika kedua data telah di segmentasi dan juga di *supervised*.
6. Metode *overlay* yang digunakan adalah *intersect*.

I.5 Ruang Lingkup Penelitian

I.5.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Kabupaten Tanggamus yang terletak pada posisi Secara geografis Tanggamus terletak pada 104° 18’- 105° 12’ BT dan 5° 5’- 5° 56’ LS.

I.4.2 Alat dan Data Penelitian

1. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah
 - a. Laptop yang memiliki spesifikasi alat AMD-A10-9600 RADEON R5, RAM 8 GB dengan tipe sistem operasi Windows 10 64 bit.
 - b. Perangkat lunak eCognition 9.0.1
 - c. Perangkat lunak ENVI 5.2.
 - d. Perangkat lunak ArcMap 10.2.
 - e. Perangkat lunak Global Mapper 17.
2. Data penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Penelitian

No	Jenis Data	Sumber Data	Keterangan
1.	Foto Udara (2015)	PT ASI Pudjiastuti Geosurvey	Resolusi spasial data sebesar 0,15 meter. Digunakan untuk pengolahan segmentasi dan juga <i>supervised</i> .
2.	<i>Point Cloud</i> LiDAR (2015)	PT ASI Pudjiastuti Geosurvey	Digunakan untuk pengolahan segmentasi dan juga <i>supervised</i> . Resolusi spasial data sebesar 0,585 meter.
3.	Citra dari <i>Google Earth</i>	<i>Google Earth</i>	Digunakan sebagai validasi hasil dari tutupan lahan dengan metode segmentasi dan <i>supervised</i> .

II. Tinjauan Pustaka

II.1 LiDAR

LiDAR (*Light Detection and Ranging*) adalah sebuah teknologi sensor jarak jauh menggunakan laser cahaya kontinyu yang dipancarkan secara menyebar dari sebuah transmitter (pemancar) untuk menemukan jarak suatu objek (Smith, 2008). Metode untuk menentukan jarak suatu obyek adalah dengan menggunakan pulsa laser.

LiDAR menggunakan cahaya inframerah, ultraviolet, tampak, atau dekat dengan objek gambar dan dapat digunakan untuk berbagai sasaran, termasuk benda-benda non-logam, batu, hujan, senyawa kimia, aerosol, awan dan bahkan molekul tunggal. Sebuah sinar laser dapat digunakan untuk memperoleh fitur peta fisik dengan resolusi sangat tinggi. LIDAR telah digunakan secara luas untuk penelitian atmosfer dan meteorologi. Instrumen LIDAR dipasang ke pesawat dan satelit yang digunakan untuk survei dan pemetaan.

II.1.2 Prinsip Kerja LiDAR

Prinsip kerja LiDAR secara umum adalah sensor memancarkan sinar laser pada target kemudian sinar tersebut dipantulkan kembali ke sensor. Berkas sinar yang ditangkap kemudian dianalisis oleh peralatan *detector*. Perubahan komposisi cahaya yang diterima dari sebuah target ditetapkan sebagai sebah karakter objek. Waktu perjalanan sinar yang dipancarkan dan diterima kembali diperlukan sebagai variabel penentu perhitungan jarak dari benda ke sensor. Untuk mendapatkan gambar, dilakukan penyiaran pada lokasi yang ditentukan. Penyiaran dilakukan dengan memasang *laser scanner*, GPS dan INS pada wahana yang dipilih berdasarkan skala produk yang diinginkan dan luas cakupan, maka ditentukan jalur terbang. Pada jalur terbang yang telah ditentukan tersebut wahana terbang melakukan penyiaran (*scanning*). Pada saat *laser scanner* melakukan penyiaran sepanjang jalur terbang pada setiap interval waktu tertentu direkam posisinya dengan menggunakan GPS dan orientasinya dengan menggunakan INS. Proses ini dilakukan sampai jalur yang disiam selesai.

II.2 Klasifikasi Terbimbing

Teknik klasifikasi *supervised* atau terbimbing dapat diartikan sebagai teknik klasifikasi yang diawasi. Menurut Projo Danoedoro (1996) klasifikasi *supervised* ini melibatkan interaksi analisis secara intensif, dimana analisis menuntun proses klasifikasi dengan identifikasi objek pada citra (*training area*). Sehingga pengambilan sampel perlu dilakukan dengan mempertimbangkan pola spektral pada setiap panjang gelombang tertentu, sehingga diperoleh daerah acuan yang baik untuk mewakili suatu objek tertentu. Proses klasifikasi dengan pemilihan kategori informasi yang diinginkan dan memilih *training area* untuk tiap kategori penutup lahan yang mewakili sebagai kunci interpretasi merupakan klasifikasi terbimbing. Klasifikasi terbimbing digunakan data penginderaan jauh multispektral yang berbasis numerik, maka pengenalan polanya merupakan proses otomatis dengan bantuan komputer. Klasifikasi citra dianggap benar jika hasil perhitungan confusion matrix $\geq 80\%$ (Short, 1982 dalam Nawangwulan, 2013)

II.3 Foto Udara

Pada umumnya foto udara dihasilkan dalam warna pankromatik karena menggunakan saluran lebar. Foto udara multispektral merupakan foto daerah sama yang dibuat pada tempat dan ketinggian

yang sama dengan menggunakan lebih dari satu spektrum elektromagnetik. Saluran yang umumnya digunakan empat kamera atau satu kamera berlensa empat dengan menggunakan saluran biru, hijau, merah dan inframerah dekat. Perekamannya dilakukan secara bersamaan sehingga pada setiap pemotretan dihasilkan empat foto yang saluran elektromagnetiknya berbeda.

Keunggulan foto udara multispektral terletak pada kemampuannya untuk mempertajam beda rona antara dua objek atau lebih. Penajaman rona pada foto udara multispektral dapat dimanfaatkan untuk pengamatan visual tanpa perubahan, pengamatan visual dengan pemotretan kembali dan paduan warna aditif dengan alat pengamat (Lillesand and Kiefer, 1990).

II.4 Konsep OBIA (Object-Based Image Analysis)

Klasifikasi berbasis objek merupakan pendekatan yang proses klasifikasinya tidak hanya mempertimbangkan aspek spektral namun spasial objek. Secara umum proses klasifikasi dengan metode klasifikasi berbasis objek dibagi melalui dua tahapan utama yaitu segmentasi citra dan klasifikasi tiap segmen (Xiaoxia dkk., 2004). Klasifikasi berbasis objek ini harus menggunakan metode segmentasi yang bertujuan untuk pemisahan antar objek klasifikasi dengan kondisi dan syarat tertentu (Espindola dkk., 2006). Ada tiga faktor yang mempengaruhi kondisi dan syarat pada segmentasi, yaitu skala, bentuk dan kekompakan (eCognition, 2011).

Klasifikasi berbasis objek ini memiliki keunggulan pada pemisahan objek yang sangat akurat dan presisi serta memiliki kelebihan dalam waktu pengerjaannya sehingga dengan demikian dapat menjadi alternatif untuk menggantikan klasifikasi yang konvensional (berbasis piksel), selalu mengandung efek “salt and pepper” (Qian Yu dkk., 2006). Kesalahan klasifikasi yang ditimbulkan oleh “salt and pepper” terutama jika piksel berada di luar area spesifik atau diantara area yang tindh, dipaksakan untuk diklasifikasikan sehingga terdapat bintik acak yang tidak diinginkan dalam hasil pemrosesan klasifikasi (Rusdi, 2005). Dan juga dapat menggantikan klasifikasi visual yang terkadang pada deliniasi manual tidak dapat dilakukan secara konsisten sehingga hasil yang didapatkan bersifat subjektif.

II.5 Konsep Segmentasi

Segmentasi citra merupakan bagian dari proses pengolahan citra. Proses segmentasi citra ini merupakan suatu proses pra pengolahan pada sistem pengenalan objek dalam citra. Segmentasi citra (*image segmentation*) mempunyai arti membagi suatu citra menjadi wilayah-wilayah yang homogen berdasarkan kriteria keserupaan yang tertentu antara tingkat keabuan suatu piksel dengan tingkat keabuan piksel – piksel tetangganya, kemudian hasil dari proses segmentasi ini akan digunakan untuk proses tingkat tinggi lebih lanjut yang dapat dilakukan terhadap suatu

citra, misalnya proses klasifikasi citra dan proses identifikasi objek.

Algoritma *Multiresolution Segmentation* secara teratur menggabungkan piksel atau objek yang ada pada citra. Pada dasarnya aturan ini untuk mengidentifikasi objek citra tunggal dari satu ukuran piksel kemudian menggabungkan piksel tersebut dengan piksel tetangga berdasarkan kriteria kesamaan relatif. Kriteria kesamaan ini merupakan kombinasi dari kriteria bentuk dan spektralnya. Dengan memberikan ukuran rerata pada objek citra, algoritma *Multiresolution Segmentation* menghasilkan abstraksi yang baik dan membentuk berbagai area aplikasi. Namun, algoritma ini membutuhkan ruang penyimpanan yang besar dan kinerja *processor* yang tinggi, serta secara signifikan eksekusi segmentasi ini lebih lambat daripada metode segmentasi lainnya sehingga tidak selalu merupakan pilihan yang terbaik.

Prinsip kesamaan dari algoritma *Multiresolution Segmentation* adalah mengukur bagaimana homogenitas atau heterogenitas objek pada citra tersebut. Hasil perhitungan sebagai kombinasi dari warna dan bentuk awal kemudian menghasilkan objek citra yang sudah tergabung.

Berdasarkan konsep segmentasi multiresolusi dipengaruhi oleh tiga parameter yaitu skala, bentuk dan kekompakan. Ketiga parameter ini diisi dengan nilai yang bervariasi untuk mendapatkan segmentasi sesuai untuk klasifikasi (Setiani, 2016). Konsep segmentasi dapat diilustrasikan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 Parameter Segmentasi (Trimble, 2013)

II.6 Konsep Matrik Konfusi

Matriks kesalahan membandingkan antar basis kategori, hubungan antara data referensi yang diketahui (*ground truth*) dan hasil dari klasifikasi otomatis. Dengan demikian matriks berbentuk square dengan angka pada baris dan kolom sama dengan angka pada kategori tingkat akurasi klasifikasi yang akan dinilai (Lillesand dan Kiefer, 2000). Dalam matriks ini dapat menghitung besarnya akurasi pembuat (*producers accuracy*), akurasi pengguna (*users accuracy*), akurasi keseluruhan (*overall accuracy*), akurasi kappa (*kappa accuracy*) (Arisondang, 2015). Bentuk matrik konfusi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Bentuk Matrik Kesalahan (Arison dang, 2015)

Kelas Referensi	Data Sampel			Jumlah Pikel	Akurasi Pembuat
	A	B	C		
A	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₊	X ₁₁ / X ₁₊
B	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₊	X ₂₂ / X ₂₊
C	X ₃₁	X ₃₂	X ₃₃	X ₃₊	X ₃₃ / X ₃₊
Total Pikel	X ₁₊	X ₂₊	X ₃₊	N	
Akurasi Pengguna	X ₁₁ / X ₁₊	X ₂₂ / X ₂₊	X ₃₃ / X ₃₊	X _{ii}	

Beberapa persamaan fungsi yang digunakan (Arison dang, 2015) sebagai berikut :

$$\text{Akurasi Pengguna} = \frac{X_{11}}{X_{1+}} \times 100 \dots \dots \dots (2.1)$$

$$\text{Akurasi Pembuat} = \frac{X_{11}}{X_{1+}} \times 100 \% \dots \dots \dots (2.2)$$

$$\text{Akurasi Keseluruhan} = ((\sum_i^r = 1 X_{ii}) / N) \times 100 \% \dots \dots \dots (2.3)$$

$$\text{Akurasi Kappa} = [(N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i}) / (N^2 - \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i})] \times 100 \% \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

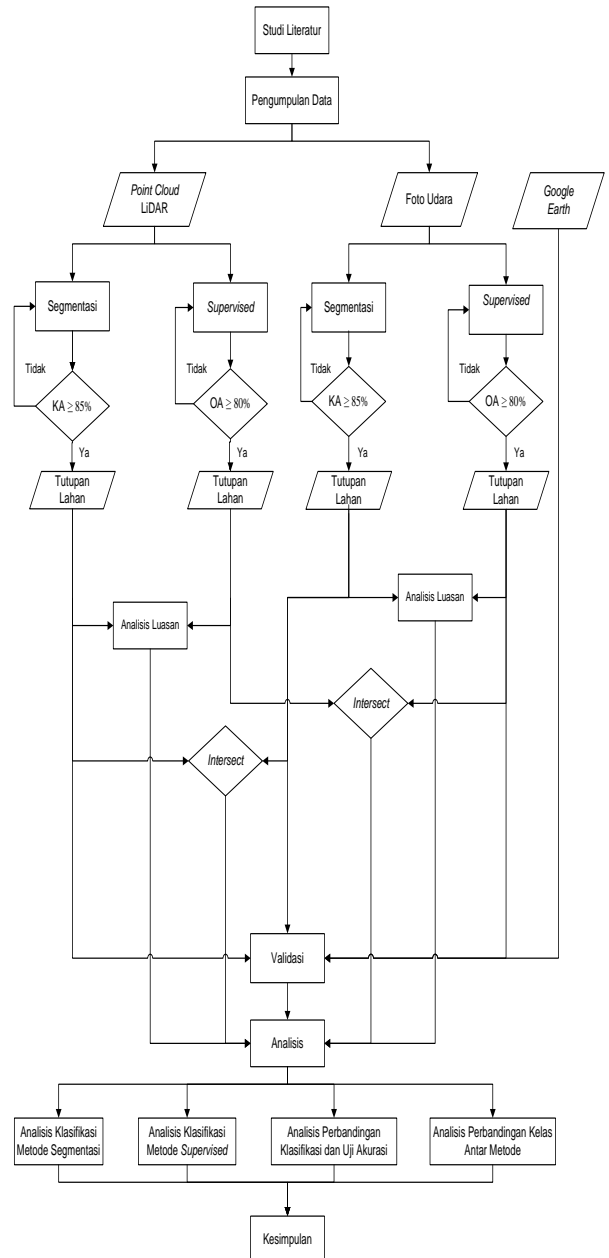
- N : Banyaknya piksel dalam contoh
- X₁₊ : Jumlah piksel dalam baris ke – i
- X₊₁ : Jumlah piksel dalam kolom ke – i
- X_{ii} :Nilai diagonal dari matriks kontingensi baris ke-i dan kolom ke-i

III. Metodologi Penelitian

Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.

III.1 Tahapan Persiapan

Tahapan awal pada penulisan penelitian tugas akhir ini adalah persiapan. Dalam melakukan pemecahan terhadap suatu masalah sangat perlu dilakukan suatu perencanaan yang baik sebagai persiapan sebelum memulai suatu penelitian, agar masalah tersebut dapat diselesaikan secara efektif dan efisien sehingga mendapatkan solusi yang berkualitas seperti studi literatur dan data yang diperlukan.



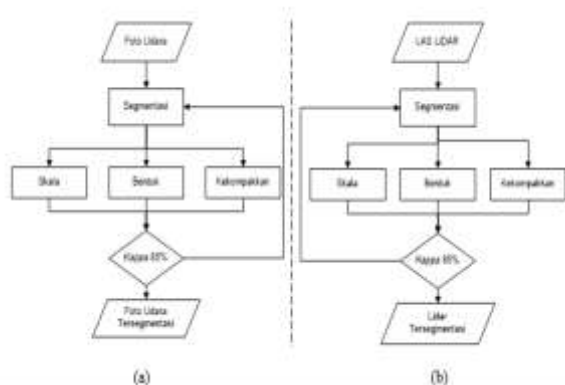
Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

III.2 Tahapan Pengolahan

Pelaksanaan pengolahan data penelitian dimulai dari pembuatan *export* data *point cloud* LiDAR kemudian data di lakukan proses segmentasi, *supervised*, *overlay* hingga pengujian akurasi pada hasil segmentasi dan *supervised* serta validasi dengan bantuan Google Earth.

III.2.1 Segmentasi

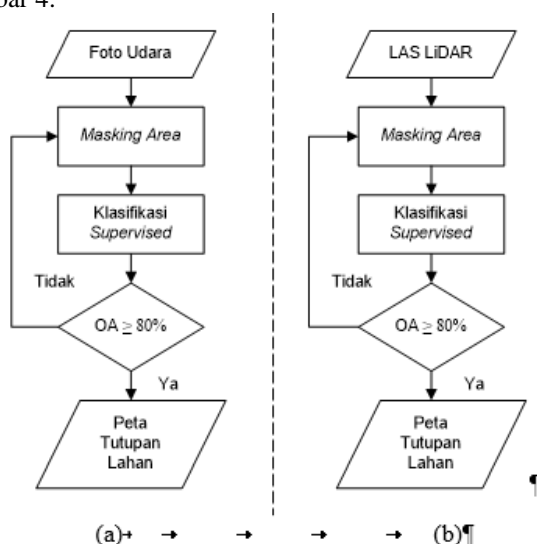
Proses segmentasi ini dilakukan dengan membentuk segmen atau *cluster* yang memperhatikan nilai parameter bentuk, skala dan kekompakan. Kedua data yang telah tersegmen kemudian diklasifikasi berdasarkan kelas yang telah ditentukan sebelumnya. Diagram alir proses segmentasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Diagram Alir Pengolahan Segmentasi (a) Foto Udara dan (b) LiDAR

III.2.2 *Supervised*

Proses *supervised* dilakukan pada data foto udara dan data LiDAR yang sebelumnya telah di *export*. Tahapan awal *supervised* adalah pembuatan *training area* untuk setiap kelas yang telah ditentukan. Diagram alir proses *supervised* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Diagram Alir Pengolahan *Supervised* (a) Foto Udara (b) LiDAR

III.2.3 *Overlay*

Tahapan *overlay* dilakukan setelah kedua data telah tersegmentasi dan *tersupervised*. Dalam penelitian ini teknik *overlay* yang digunakan adalah *intersect*. Hal ini dikarenakan hasil dari *overlay* ini hanya untuk melihat kesesuaian antar kelas yang ada antara hasil segmentasi foto udara dan LiDAR serta hasil *supervised* foto udara dan LiDAR dengan luasan yang sama.

III.2.4 Pengujian Akurasi dan Validasi

Pengujian akurasi dilakukan dengan dua cara yaitu akurasi internal dan akurasi eksternal. Akurasi internal didapatkan dari perangkat lunak yang digunakan yaitu ENVI dan eCognition melalui matriks kesalahan (*confusion matrix*). Sedangkan untuk akurasi eksternal didapatkan melalui validasi secara visual dengan bantuan aplikasi Google Earth.

III.3 Tahapan Analisis dan Penyajian Hasil

Tahapan terakhir setelah melakukan proses pengolahan adalah menganalisa dari pengolahan-pengolahan yang telah dilakukan tersebut serta menyajikan keseluruhan hasil seperti menganalisa hasil pengolahan segmentasi, pengolahan *supervised*, perbandingan antar kelas segmentasi dan *supervised* serta pengujian akurasi dan validasi.

IV. Hasil dan Analisis

IV.1 Hasil dan Analisis Segmentasi

Pada hasil segmentasi dibagi menjadi dua yaitu segmentasi data foto udara yang dapat dilihat pada tabel 3 dan segmentasi data LiDAR yang dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 3 Hasil Segmen Tiap Kelas Foto Udara

No	Kelas	Luasan (ha)	Jumlah segmen
1.	Jalan	8,580	145
2.	Jalan Non aspal	0,425	32
3.	Kebun	14,525	136
4.	Ladang	13,058	138
5.	Lahan Kosong	99,003	1097
6.	Laut	46,537	384
7.	Pasir	7,860	173
8.	Pemukiman	109,822	3333
9.	Sawah	78,032	628
10.	Sungai	4,788	49
11.	Tambak	22,949	375
12.	Vegetasi	174,673	1441
Jumlah		580,252	7930

Tabel 4 Hasil Segmen Tiap Kelas LiDAR

No	Kelas	Luasan (Ha)	Jumlah Segmen
1	Jalan	9,332	119
2	Laut	33,708	87
3	Pemukiman	86,274	2296

Tabel 5 Hasil Segmen Tiap Kelas LiDAR (Lanjutan)

No	Kelas	Luasan (Ha)	Jumlah Segmen
4	Sawah	178,499	2060
5	Sungai	9,197	74
6	Tambak	22,158	127
7	Vegetasi	200,053	3197
Jumlah		539,221	7963

Data foto udara akuisisi bulan Oktober 2015 dilakukan proses segmentasi dengan algoritma

multiresolusi parameter skala 250, bentuk 0,3 dan kekompakan 0,5 memberikan hasil yang cukup baik. Berdasarkan hasil segmentasi, segmen yang terbentuk adalah sebanyak 7.930 segmen. Sedangkan untuk segmentasi data LiDAR dengan akuisisi pada bulan yang sama dengan nilai parameter skala 90, bentuk 0,3 dan kekompakan 0,7. Perbedaan parameter ini mempengaruhi besarnya *cluster* atau segmen yang terbentuk.

Kelas penutupan lahan yang terbentuk pada segmentasi LiDAR berjumlah 7 kelas meliputi jalan, sungai, laut, tambak, sawah, vegetasi dan pemukiman. Sedangkan untuk kelas penutupan lahan pada segmentasi foto udara berjumlah 12 kelas yang meliputi jalan, jalan non aspal, vegetasi, tambak, sawah, lahan kosong, sungai, laut, pemukiman, kebun, ladang dan pasir. Perbedaan jumlah kelas ini dipengaruhi oleh kenampakan yang ada pada data LiDAR tidak terlalu terlihat sehingga untuk beberapa kelas seperti lahan kosong dan sawah menjadi satu kelas. Begitu pula dengan kelas jalan yang hanya ada satu jenis saja.

IV.2 Hasil dan Analisis Supervised

Hasil *supervised* yang telah dilakukan terdapat perbedaan luasan dengan segmentasi. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 6 Perbedaan Luas Segmentasi dan *Supervised* Tiap Kelas

No	Kelas	Perbedaan Luas (Ha)
1	Jalan	0,086
2	Jalan Non Aspal	13,872
3	Kebun	104,238
4	Lahan Kosong	69,470
5	Laut	21,521
6	Pasir	10,386
7	Pemukiman	60,809
8	Sungai	2,950
9	Sawah	50,408

Tabel 7 Perbedaan Luas Segmentasi dan *Supervised* Tiap Kelas (Lanjutan)

No	Kelas	Perbedaan Luas (Ha)
10	Tambak	9,891
11	Vegetasi	20,986
12	Ladang	36,814

Pada hasil *supervised* tersebut terdapat perbedaan dengan hasil dari segmentasi yang sebelumnya sudah dibahas. Adapun perbedaan yang sangat mencolok yang terjadi pada kelas kebun yang mencapai 104,238 hektar. Sedangkan untuk perbedaan luasan yang tidak terlalu besar terjadi pada kelas jalan yang hanya bernilai 0,086 hektar saja. Adapun penyebab dari

perbedaan yang cukup besar karena *supervised* dan segmentasi mengidentifikasi objek yang sama kedalam dua kelas yang berbeda. Terlebih terdapat kemiripan antara vegetasi dengan kebun dan ladang. Begitu juga kemiripan objek antara lahan kosong dengan pasir serta antara sungai dengan laut dan tambak yang masih terdapat air didalamnya.

Tabel 8 Perbedaan Luas Segmentasi dan *Supervised* LiDAR

No	Kelas	Perbedaan Luas (ha)
1	Jalan	40,017
2	Vegetasi	61,865
3	Sungai	42,444
4	Pemukiman	1,000
5	Laut	16,181
6	Tambak	17,130
7	Sawah	32,905

Perbedaan luasan yang besar menjadi salah satu penyebab dari nilai *overall accuracy* yang rendah yang dikarenakan faktor statistik pola spektral objek pada citra LiDAR. Adanya objek dengan pola spektral yang sama untuk lebih dari dua kelas sebagai contoh sawah dan vegetasi. Persamaan nilai spektral objek secara visual ditampilkan dengan persamaan warna yang sama pada kelas klasifikasi. Sehingga menyebabkan adanya kesalahan klasifikasi diantara sesama kelas klasifikasi. Dengan demikian akan didapatkan nilai *overall accuracy* yang lebih rendah.

IV.3 Hasil dan Analisis Perbandingan Kelas Segmentasi dan Supervised

Hasil overlay secara intersect didapatkan perbandingan antar kelas pada kedua data yang telah dilakukan proses segmentasi dan supervised. Perbandingan luas antar kelas segmentasi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 9 Perbandingan Luasan Antar Kelas Segmentasi

No	Kelas	Luas (Ha)		Presentase (%)	
		Tidak Sesuai	Sesuai	Tidak Sesuai	Sesuai
1	Jalan	5,245	3,449	60,330	39,67
2	Vegetasi	50,798	127,430	28,502	71,50
3	Sungai	2,143	2,567	45,504	54,50
4	Pemukiman	41,492	61,764	40,184	59,82
5	Laut	5,160	30,190	14,597	85,40
6	Tambak	6,783	14,930	31,238	68,76
7	Sawah	46,411	133,185	25,842	74,16

Pada segmentasi Foto Udara memiliki 12 kelas dan digeneralisasi menjadi 7 kelas. Terdapat kelas yang dihapus yaitu kelas pasir karena pada kelas segmentasi Foto Udara terdapat pada pesisir pantai dan di sekitar sungai. Hal tersebut tidak ada yang bisa

sesuai dengan kelas yang ada pada segmentasi LiDAR. Sehingga terdapat data yang hilang atau kosong.

Tabel IV.7 menunjukkan jika kelas jalan tingkat kesesuaian antara segmentasi Foto Udara dan segmentasi LiDAR hanya sebesar 39,670% saja. Hal ini dapat disebabkan beberapa segmen jalan tercampur pada pemukiman dengan luasan sebesar 2,887 hektar dan dapat dilihat selengkapnya pada lampiran. Ketidaksesuaian kelas sungai antara segmentasi Foto Udara dan segmentasi LiDAR adalah sebesar 45,504% atau hampir setengah dari total keseluruhan luasan. Sedangkan untuk kelas yang memiliki presentase terbesar terdapat pada kelas laut sebesar 85,403% yang artinya kedua hasil segmentasi memiliki luasan yang tidak beda jauh. Akan tetapi pada kelas laut ini terdapat sebesar 11,187 hektar yang tidak sesuai dikarenakan luasan wilayah segmentasi data LiDAR lebih kecil jika dibandingkan dengan segmentasi Foto Udara. Tidak hanya kelas laut pada segmentasi Foto Udara yang tidak teridentifikasi kesamaannya di segmentasi LiDAR, kelas sawah dan kelas vegetasi juga terdapat luasan yang tidak teridentifikasi yaitu sebesar 10,498 hektar dan 10,970 hektar.

Penyebab dari perbedaan luasan kelas antar segmentasi foto udara dan LiDAR adalah faktor parameter skala, bentuk dan kekompakan yang berbeda. Pada data LiDAR parameter skala yang digunakan adalah 90 sedangkan untuk foto udara adalah 250. Perbedaan parameter ini menyebabkan hasil segmen yang berbeda untuk tiap luasan segmen atau *clusternya*

IV.4 Hasil dan Analisis Penilaian Akurasi dan Validasi

IV.4.1 Hasil dan Analisis Penilaian Akurasi

Penilaian akurasi secara internal didapatkan melalui perangkat lunak dengan matrik konfusi. Melalui matrik konfusi tersebut didapatkan nilai dari *user's accuracy*, *producer's accuracy*, *kappa accuracy* dan *overall accuracy*.

Tabel 10 Nilai Overall Accuracy dan Kappa Accuracy

	Overall Accuracy	Kappa Accuracy
Segmentasi LiDAR	92,810 %	89,988 %
Segmentasi Foto Udara	93,907%	92,322 %
Supervised LiDAR	64,595 %	48,13%
Supervised Foto Udara	83,530%	79,54%

Salah satu contoh perhitungan *overall accuracy* adalah sebagai berikut:

$$OA = ((\sum_i^r = 1 X_{ii}) / N) \times 100 \%$$

$$OA = \left(\frac{99+944+1024+924+20+52+61}{3366} \right) \times 100\%$$

$$= 92,810 \%$$

Sedangkan untuk nilai *kappa accuracy* memperhatikan kesalahan dari penambahan dan pengurangan piksel.

$$\text{Perkalian piksel} = (108 \times 107) + (70 \times 87) + (1110 \times 1085) + (45 \times 26) + (58 \times 68) + (1002 \times 985) + (973 \times 10007)$$

$$= 3193891$$

$$KA = [(N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i}) / (N^2 - \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i})] \times 100 \%$$

$$KA = \frac{[(3124 \times 3366) - 3193891]}{[(3366 \times 3366) - 3193891]} \times 100\%$$

$$= 89,988 \%$$

Perhitungan OA dan KA dilakukan pada semua data yang telah disegmentasi dan juga *disupervised*. *Overall accuracy* menunjukkan akurasi terhadap piksel yang benar dan untuk *kappa accuracy* masih memperhatikan nilai penambahan dan pengurangan piksel yang ada pada hasil klasifikasi. Penambahan dan pengurangan piksel ini juga mempengaruhi nilai akurasi pengguna dan pembuat pada setiap kelasnya. Semakin tinggi nilai *overall accuracy* dan *kappa accuracy* maka hasil yang didapat semakin baik.

IV.4.2 Hasil dan Analisis Validasi

Kedua data yang telah dilakukan proses segmentasi dan supervised kemudian dilakukan validasi. Hasil validasi yang telah dilakukan dengan bantuan Google Earth dapat dilihat pada Tabel 9, Tabel 10 dan Tabel 11.

Tabel 11 Hasil Kesesuaian Klasifikasi Metode Segmentasi Foto Udara

No	Keterangan	Jumlah Sampel	Presentase
1	Sesuai	49	81,667%
2	Tidak Sesuai	11	18,333%
Jumlah		60	100%

Tabel 12 Hasil Kesesuaian Klasifikasi Metode Supervised Foto Udara

No	Keterangan	Jumlah Sampel	Presentase
1	Sesuai	42	70%
2	Tidak Sesuai	18	30%
Jumlah		60	100%

Tabel 13 Hasil Kesesuaian Klasifikasi Metode Segmentasi LiDAR

No	Keterangan	Jumlah Sampel	Presentase
1	Sesuai	25	71,429%
2	Tidak Sesuai	10	28,571%
Jumlah		35	100%

Berdasarkan ketiga hasil validasi tersebut menunjukkan bahwa tingkat akurasi dari klasifikasi tutupan lahan metode segmentasi data foto udara

adalah sebesar 81,667% sesuai. Kemudian untuk tingkat akurasi hasil klasifikasi metode segmentasi data LiDAR sebesar 71,429% dan untuk akurasi hasil klasifikasi metode *supervised* foto udara adalah sebesar 70%. Terdapat satu hasil kasifikasi yang tidak diakukan proses validasi dikarenakan tidak memenuhi syarat *overall accuracy* sebesar 80% yaitu *supervised* data LiDAR. Presentase hasil yang didapatkan dipengaruhi oleh pemilihan lokasi titik pada hasil klasifikasi oleh penulis.

V. Kesimpulan dan Saran

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisa yang telah dipaparkan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat dua jenis kesimpulan dari pengolahan segmentasi antara lain :
 - a. Segmentasi pada data foto udara didapatkan nilai parameter skala sebesar 250, bentuk 0,3 dan kekompakan 0,5 dengan menghasilkan jumlah segmen atau *cluster* sebanyak 7.930. Sedangkan untuk segmentasi data LiDAR dihasilkan jumlah segmen sebesar 7.960 segmen dengan nilai parameter skala 90, bentuk 0,3 dan kekompakan 0,7.
 - b. Kelas penutupan lahan pada segmentasi LiDAR berjumlah 7 kelas meliputi jalan, sungai, laut, tambak, sawah, vegetasi dan pemukiman. Sedangkan untuk kelas penutupan lahan pada segmentasi foto udara berjumlah 12 kelas yang meliputi jalan, jalan non aspal, vegetasi, tambak, sawah, lahan kosong, sungai, laut, pemukiman, kebun, ladang dan pasir.
2. Perbedaan hasil luasan antara *supervised* dan segmentasi data LiDAR terlihat sangat signifikan pada kelas vegetasi sebesar 61,865 hektar dan terendah pada kelas pemukiman dengan masing-masing luasan sebesar 1 hektar. Berbeda dengan data foto udara yang memiliki perbedaan luasan terbesar sebesar 104,238 hektar pada kelas kebun serta terkecil pada kelas jalan sebesar 0,086 hektar. Perbedaan resolusi spasial antara kedua data mempengaruhi dalam menentukan jumlah kelas pada setiap proses klasifikasi. Serta kemiripan piksel-piksel pada data LiDAR mempengaruhi hasil dari klasifikasi *supervised*.
3. Pengujian akurasi dibandingkan menjadi dua yaitu pengujian akurasi internal dan eksternal.
 - a. Pengujian akurasi internal didapatkan dari matrik akurasi pada tiap perangkat lunak masing-masing metode. Metode *supervised* pada foto udara menghasilkan nilai akurasi sebesar 83,530% dan untuk data LiDAR hanya sebesar 64,595%. Sedangkan untuk metode segmentasi nilai akurasi yang didapatkan pada data foto

udara sebesar 93,907% dan data LiDAR menghasilkan nilai akurasi sebesar 91,635%.

- b. Pengujian secara eksternal dapat dilakukan dengan validasi secara visualisasi dengan bantuan google earth. Pada segmentasi data LiDAR akurasi eksternal didapatkan nilai sebesar 81,667 % untuk hasil yang sesuai dengan validasi melalui bantuan Google Earth. Sedangkan pada segmentasi foto udara dan *supervised* foto udara didapatkan masing-masing hasil yang sesuai sebesar 71,667% dan 70%.
4. Kelas yang memiliki kesesuaian tertinggi pada hasil klasifikasi metode segmentasi adalah kelas laut dengan presentase sebesar 85,403%. Kemudian kelas yang memiliki kesamaan yang rendah antara segmentasi LiDAR dan Foto Udara adalah kelas jalan yaitu sebesar 60,330%. Akan tetapi perbandingan kelas antara *supervised* LiDAR dan *supervised* Foto Udara tidak dapat dilakukan karena *supervised* LiDAR tidak memenuhi syarat *overall accuracy*. Faktor rendahnya kesamaan antar kelas ini disebabkan oleh perbedaan jumlah kelas sebelum di generalisasi serta perbedaan tingkat resolusi spasial dari kedua data. Akan tetapi perbandingan kelas antara *supervised* LiDAR dan *supervised* Foto Udara tidak dapat dilakukan karena *supervised* LiDAR tidak memenuhi syarat *overall accuracy* sebesar 80%.

V.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa saran agar penelitian berikutnya bisa lebih baik, yaitu:

1. Pemilihan lokasi penelitian yang mudah dijangkau sehingga validasi dapat dilakukan secara langsung ke lapangan.
2. Data LiDAR lebih baik dilakukan klasifikasi pengkelasan secara manual dengan menggunakan perangkat lunak salah satunya *microstation*.
3. Pada *supervised* sebaiknya jumlah sampel pada ROI (*Region Of Interest*) diperbanyak sehingga menghasilkan hasil yang lebih baik.
4. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan jumlah kelas yang sama sehingga analisis yang didapatkan akan lebih bervariasi.
5. Apabila penentuan kelas menggunakan interpretasi citra oleh peneliti, disarankan untuk menginterpretasi citra dengan teliti sehingga mengurangi kesalahan dalam pengkelasan.

DAFTAR PUSTAKA

Arison dang, V, dkk. 2015. *Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Metode Segmentasi Berbasis*

- Algoritma Multiresolusi (Studi Kasus Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat)*. Diunduh pada <http://id.portalgaruda.org/?ref=browse&mod=viewarticle&article=286393> pada tanggal 17 November 2016.
- Danoedoro. 1996. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Espindola, G.M., Camara, G., Reis, I.A., Bins, L.S., Monteiro, A.M. (2006). *Parameter Selection for Region-Growing Image Segmentation Algorithms Using Spatial Autocorrelation*, International Journal of Remote Sensing, 27(14), pp. 3035-3040, 20 July 2006.
- Kiefer, dan Lillesand. 1990. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra* (Diterjemahkan oleh Dulbahri, Prapto Suharsono, Hartono, dan Suharyadi) Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Lillesand, T.M., dan Kiefer, R.W. 2000. *Remote Sensing and Image Interpretation*. Madison. John Wiley and Sons Inc.
- Nawangwulan, N.H., dkk. 2013. *Analisis Pengaruh Perubahan Lahan Pertanian Terhadap Hasil Produksi Tanaman Pangan Di Kabupaten Pati Tahun 2001-2011*. Jurnal Teknik UNDIP. Semarang.
- Rusdi, Muhammad. 2005. *Perbandingan Klasifikasi Maximum Likelihood dan Object Oriented Pada Pemetaan Penutup/Penggunaan Lahan Studi Kasus Kabupaten Gayo Lues, NAD HTI PT Wirakarya Sakti Jambi dan Taman Nasional Lore Lindu Sulawesi Tengah*. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- 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
- Setiani, A. 2016. *Optimalisasi Parameter Segmentasi Berbasis Algoritma Multiresolusi Untuk Identifikasi Kawasan Industri Antara Citra Satelit Landsat Dan Alos Palsar (Studi Kasus : Kecamatan Tugu Dan Genuk, Kota Semarang)*. Semarang.
- Smith, A.M.S., 2008. *Production of vegetation spatialstructure maps by per-object analysis of juniper encroachment in multitemporal aerial photographs*. Canadian Journal of Remote Sensing, Vol. 34, No. S2, pp. S268–S285
- Trimble eCognition Developer. 2013. *Reference Book*. Munchen. eCognition.
- Xiaoxia, S., Jixian, Z., dan Zhengjun, L., 2004. *A Comparison of Object-Oriented and PixelBased Classification Approachs Using Quickbird Imagery*. Chinese Academy of Surveiing and Mapping, Beijing, China.