

**KAJIAN AKURASI INTERPRETASI HIBRIDA
MENGGUNAKAN EMPAT INDEKS VEGETASI UNTUK PEMETAAN
KERAPATAN KANOPI DI KAWASAN HUTAN KABUPATEN GUNUNGKIDUL**

Monica Mayda Pratiwi
monica.m.pratiwi@gmail.com

Hartono
hartonogeografi@yahoo.co.id

Abstract

The purposes of this study are: (1) optimize the advantages and minimize the weaknesses in visual and digital interpretation method by hybrid interpretation, (2) examine the correlation between vegetation index transformation with the data density of vegetation canopy to get the best hybrid formula, and (3) mapping forest canopy density in Gunungkidul. Interpretation of hybrid is a combination of visual interpretation for object delineation and interpretation of digital imagery to identify vegetation canopy density. The imagery used is ALOS AVNIR-2 in 2009. Object of study in this research is partly forest in Gunungkidul. Hybrid structured key interpretation of the image that has a high correlation with the value of the vegetation canopy density. While the highest correlation value is obtained by means of placing every building blocks in the image of the vegetation canopy vegetation index transformation (RVI, TVI, NDVI, MSAVI). The results of the correlation analysis indicates that NDVI has the highest coefficient correlation when compared with other vegetation index, which is equal to 0.78.

Keywords : Hybrid interpretation, canopy density, vegetation index

Abstrak

Tujuan penelitian kali ini adalah: (1) mengoptimalkan kelebihan dan meminimalisasi kekurangan yang ada pada metode interpretasi visual maupun digital melalui interpretasi hibrida, (2) Mengkaji korelasi antara beberapa transformasi indeks vegetasi dengan data kerapatan kanopi vegetasi untuk mendapatkan formula hibrida terbaik, dan (3) Pemetaan kerapatan kanopi di kawasan hutan Kabupaten Gunungkidul. Interpretasi hibrida merupakan kombinasi interpretasi visual untuk delineasi objek dan interpretasi digital citra untuk identifikasi kerapatan kanopi vegetasi. Adapun citra yang digunakan adalah ALOS AVNIR-2 tahun 2009. Objek kajian dalam penelitian kali ini adalah kawasan hutan di sebagian Kabupaten Gunungkidul. Kunci interpretasi hibrida disusun dari citra yang memiliki korelasi tinggi dengan nilai kerapatan kanopi vegetasi. Sedangkan nilai korelasi tertinggi tersebut diperoleh dengan cara menumpangsusunkan setiap blok sampel kerapatan kanopi vegetasi dengan citra hasil transformasi indeks vegetasi (RVI, TVI, NDVI, MSAVI). Hasil dari analisis korelasi tersebut menunjukkan bahwa NDVI memiliki koefisien korelasi tertinggi jika dibandingkan dengan indeks vegetasi lainnya, yakni sebesar 0,78.

Kata kunci: interpretasi hibrida, kerapatan kanopi, indeks vegetasi

Pendahuluan

Citra hasil rekaman sensor penginderaan jauh memuat berbagai macam informasi objek di permukaan bumi. Untuk dapat dimanfaatkan secara optimal, maka citra ini harus diterjemahkan dalam bentuk informasi tentatif objek. Setiap objek di permukaan bumi memiliki nilai reflektansi yang berbeda-beda. Interaksi gelombang elektromagnetik dengan objek di permukaan bumi inilah yang nantinya dijadikan dasar pengenalan objek. Tahap awal pengenalan citra inilah yang disebut dengan interpretasi citra. Estes dan Simonette (1975 dalam Sutanto, 1986) mengatakan bahwa interpretasi citra merupakan perbuatan mengkaji foto udara dan atau citra dengan maksud untuk mengidentifikasi objek dan menilai arti pentingnya objek tersebut.

Ilmu penginderaan jauh dalam analisis keruangan mutlak diperlukan, termasuk dalam hal pengelolaan hutan. Berbagai metode interpretasi hingga saat inipun berkembang kian pesat seiring dengan perkembangan teknologi yang mengikutinya. Salah satu metode interpretasi yang kian berkembang saat ini adalah metode interpretasi hibrida. Prinsip dari interpretasi hibrida adalah dengan menggabungkan dua metode interpretasi untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Purwadi (2001) mengatakan bahwa metode yang sering digunakan untuk interpretasi hibrida adalah dengan menggabungan antara klasifikasi terselia dan tak terselia.

Pemetaan kerapatan vegetasi untuk penelitian kali ini dilakukan di Kabupaten Gunungkidul dengan objek kajian berupa hutan. Berdasarkan data dari Departemen Kehutanan daerah Istimewa Yogyakarta tahun 2008 menyebutkan bahwa Kabupaten Gunungkidul menduduki peringkat tertinggi di Yogyakarta atas wilayah hutannya dengan total luasnya mencapai 14.859,50 Ha. Kondisi ini tentunya membutuhkan managemen hutan yang baik agar tetap menjadi hutan yang lestari. Ada banyak parameter yang dapat diangkat guna optimalisasi potensi hutan, dan salah satunya adalah kerapatan tegakan. Sebagaimana disebutkan oleh Davis dan Johson (1986) dalam Sahid (2005) bahwa dua

macam kegunaan pengukuran tegakan hutan yaitu pertama untuk menunjukkan tegakan dalam model yang digunakan untuk menaksir jumlah pertumbuhan dan hasil di masa yang akan datang, dan kedua untuk memutuskan prestasi tegakan jika dibandingkan dengan kriteria-kriteria tujuan pengelolaan.

Teknik transformasi yang umum digunakan untuk kajian vegetasi antara lain *Ratio Vegetation Index* (RVI), *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Transformed Vegetation Index* (TVI), dan *Modified Soil Adjusted Vegetation Index* (MSAVI). Teknik transformasi tersebut sama-sama memanfaatkan respon spektral yang diberikan dengan memanipulasi beberapa saluran guna menonjolkan objek vegetasi. Meskipun transformasi indeks vegetasi yang disebutkan di atas sama-sama memanfaatkan saluran merah dan inframerah dekat, namun antar satu dengan yang lain menghasilkan julat indeks vegetasi yang berbeda karena menggunakan algoritma yang berbeda pula. Untuk itu, perlu adanya suatu penelitian yang mengaitkan antara indeks vegetasi yang digunakan dengan akurasi yang diharapkan.

Tujuan Penelitian

1. Interpretasi hibrida untuk mengoptimalkan kelebihan dan meminimalisasi kekurangan yang ada pada metode interpretasi visual maupun digital.
2. Mengkaji korelasi antara beberapa transformasi indeks vegetasi dengan data kerapatan kanopi vegetasi untuk mendapatkan formula hibrida terbaik.
3. Pemetaan kerapatan kanopi di kawasan hutan sebagian Kabupaten Gunungkidul.

Metode Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini :

1. Seperangkat komputer yang kompatibel dengan perangkat lunak yang digunakan.
2. Perangkat lunak yang mendukung penelitian (ILWIS 3.7, ENVI 4.5, Arc GIS 9.3).

3. Printer Hp Disket D2466 (untuk mencetak naskah dan peta).
 4. GPS (*Global Positioning Sistem*).
 5. Meteran.
 6. Kamera digital.
 7. Software pengolah kata dan data (Ms.Word, Ms.Powerpoint, Ms.Exel)
 8. Tabel lapangan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Citra Sateliti ALOS AVNIR-2 Kabupaten Gunungkidul, 4 saluran spektral (biru, hijau, merah, inframerah dekat) dengan resolusi spasial 10 m dan tanggal perekaman 20 Juli 2009.
 2. Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) yang mencakup Kecamatan Playen, Kecamatan Patuk, Kecamatan Panggang, Kecamatan Paliyan, dan Kecamatan Wonosari Kabupaten Gunungkidul skala 1:25.000 edisi tahun 1998.
 3. Citra resolusi tinggi untuk interpretasi visual kerapatan vegetasi.

Penelitian untuk mengetahui kerapatan tegakan hutan ini dilakukan di Kabupaten Gunungkidul berdasarkan Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) yang dikeluarkan oleh Departemen Kehutanan Daerah Istimewa Yogyakarta tahun 2007. Kurang lebih ada 12 Kecamatan di Kabupaten Gunungkidul yang termasuk dalam wilayah KPH, namun penelitian kali ini hanya mengambil 5 Kecamatan, Kecamatan Playen, Kecamatan Patuk, Kecamatan Panggang, Kecamatan Paliyan, dan Kecamatan Wonosari. Kecamatan-kecamatan tersebut merupakan kecamatan dengan kondisi hutan yang masih baik. Selain itu ada beberapa kecamatan yang khusus dijadikan sebagai kawasan hutan wisata maupun hutan pendidikan. Kedua kawasan hutan ini memiliki fungsi penting bagi masyarakat setempat maupun wisatawan.

Koreksi Citra

Koreksi Geometri

Koreksi citra pada citra resolusi tinggi ini diperlukan untuk mendapatkan posisi sesuai dengan keadaan sesungguhnya di lapangan. Citra perlu dikoreksi karena akan digunakan sebagai bahan pertimbangan dan

pengambilan sampel pada tahapan interpretasi hibrida. Metode yang dilakukan dalam koreksi geometri citra ini yakni dengan rektifikasi citra ke peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) yang sudah terkoreksi geometri.

Koreksi Radiometri

Koreksi radiometri diperlukan untuk meminimalkan kesalahan yang disebabkan oleh gangguan atmosfer. Citra ALOS AVNIR-2 dengan level koreksi 1B2 menandakan bahwa citra ini sudah terkoreksi baik geometri maupun radiometrinya secara sistematis. Sehingga dapat dikatakan bahwa citra ini sudah layak digunakan untuk penelitian. Namun untuk memastikan citra tersebut telah benar-benar terkoreksi radiometri maka dilakukan pengecekan. Objek yang tidak memberikan respon spektran sama sekali seharusnya bernilai nol, jika tidak bernilai 0 maka dilakukan koreksi radiometri dengan penyesuaian histogram.

Koreksi radiometri pada penelitian kali ini dilakukan sampai tahap kalibrasi sensor (*at sensor radiance*). Setiap sensor dan detektor memiliki kemampuan untuk mendeteksi nilai radiansi minimum dan maksimum objek. Nilai tersebut dinyatakan dalam gain dan offset. Berikut hubungan antara nilai piksel, gain, dan offset.

$$L_\lambda = \text{Offset}_\lambda + \text{Gain}_\lambda * (BV)_\lambda \dots \quad (1)$$

Dimana:

$$\text{Gain } \lambda = L_{\lambda(\text{maks})} - L_{\lambda(\text{min})} / BV_{\lambda(\text{maks})}$$

Interpretasi Visual Citra Resolusi Tinggi

Interpretasi kerapatan vegetasi dilakukan secara visual menggunakan citra satelit resolusi tinggi. Karena citra yang digunakan memiliki format digital maka interpretasi ini dilakukan dengan *digitasi on screen*. Tiap-tiap tipe kerapatan vegetasi yang berbeda di citra didelineasi, hal ini untuk mempermudah dalam pengambilan sampel di lapangan. Dari kelas satuan pemetaan kerapatan vegetasi tersebut kemudian diambil blok-blok kecil untuk selanjutnya dilakukan cek lapangan.

Hasil dari cek lapangan satuan pemetaan kerapatan vegetasi hutan tersebut dijadikan sebagai bahan masukan untuk

memperoleh kunci interpretasi hibrida. Peta hasil re-interpretasi setelah uji lapangan, dianggap mampu mewakili kondisi sebenarnya di lapangan sehingga dapat menjadi peta referensi dalam uji keakuratan hasil interpretasi hibrida.

Interpretasi Citra Satelit ALOS AVNIR-2

Transformasi Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya *Ratio Vegetation Index* (RVI), *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Transformed Vegetation Index* (TVI), dan *Modified Soil Adjusted Vegetation Index* (MSAVI). Berikut formulanya:

$$NDVI = (NIR-red) / (NIR+red)I.....(3)$$

Analisis Korelasi untuk Menyusun Kunci Interpretasi Hibrida

Pada penelitian kali ini variabel yang akan diuji korelasi adalah indeks vegetasi dan satuan kelas kerapatan tegakan hutan. Apabila kenaikan variabel yang satu berbanding lurus dengan kenaikan variabel yang lain maka kedua variabel dikatakan memiliki korelasi ‘positif’ (+), sebaliknya jika kenaikan variabel yang satu justru menyebabkan penurunan terhadap variabel yang lain maka hubungan antara keduanya dinyatakan dengan korelasi ‘negatif’ (-). Berikut ini adalah tabel yang digunakan sebagai acuan untuk melihat tingkat hubungan korelasi antar parameter.

Tabel 1. Tingkat hubungan koefisien korelasi

Interval koefisien	Tingkat hubungan
0,00 – 1,999	Sangat rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat kuat

Sumber : Munir, 2007

Interpretasi Hibrida

Ada beberapa tahap yang dilakukan pada proses interpretasi hibrida antara lain :
(a) interpretasi visual untuk menentukan satuan pemetaan kerapatan hutan sekaligus sebagai acuan pengambilan data di lapangan menggunakan citra satelit resolusi tinggi; (b) interpretasi digital dengan menggunakan metode transformasi indeks vegetasi citra satelit ALOS AVNIR-2 tahun 2009; (c) membangun kunci interpretasi hibrida dengan pendekatan analisis parameter statistik dari dua metode interpretasi tersebut di atas. (d) menerapkan hasil kunci interpretasi hibrida yang memiliki hasil korelasi terbaik pada citra satelit ALOS AVNIR-2 tahun 2009 yang sebelumnya telah dilakukan interpretasi terhadap satuan pemetaan tegakan hutan.

Interpretasi hibrida sesungguhnya terletak pada tahapan (c) dan (d). Cara menggabungkan dua metode interpretasi yang berbeda ini (visual dan digital) yakni dengan membuat hubungan parameter statistik pada masing-masing transformasi indeks vegetasi dengan tingkat kerapatan yang didapat dari hasil interpretasi visual citra satelit resolusi tinggi yang telah dilakukan cek lapangan. Algoritma yang di dapat dari analisis parameter statistik tersebut kemudian dijadikan sebagai kunci interpretasi hibrida dalam klasifikasi kerapatan kanopi tegakan hutan.

Klasifikasi yang digunakan untuk menentukan kelas kerapatan tegakan hutan pada interpretasi hibrida mengacu pada klasifikasi Howard (1991), yakni sebagai berikut (Tabel 2.2).

Tabel 2. Kelas kerapatan vegetasi

Hutan sangat rapat	> 80 %
Agak lebat/lebat	40 – 80 %
Terbuka	10 – 40 %
Hutan jarang	2 – 10 %
Sedikit/tidak ada pohon	< 2 %

Sumber : Howard, 1991

Uji Akurasi Interpretasi Hibrida

Tipe data pada penelitian kali ini adalah ordinal, artinya data yang nilainya memiliki tingkatan dan tidak sejajar. Nilai kerapatan yakni sangat rapat, agak rapat, jarang, terbuka, hingga sedikit merupakan bentuk dari data ordinal. Metode uji akurasi yang dilakukan pada tipe data jenis ini dalam ilmu penginderaan jauh lebih dikenal dengan nama tabel *confusion matrix*. Tabel ini merupakan tabel matrix yang menghubungkan antara piksel hasil klasifikasi dan *ground truth data* yang informasinya dapat diambil dari data lapangan maupun peta yang sudah diverifikasi. Beberapa informasi yang dapat diambil dari perhitungan menggunakan tabel *confusion matrix* antara lain *overall accuracy*, *producer accuracy*, *user accuracy*, *kappa coefficient*, dan *tau coefficient*.

Hasil dan Pembahasan

Koreksi Citra Satelit Resolusi Tinggi

Koreksi Geometri

Peta yang digunakan sebagai *base map* adalah RBI, asumsinya peta ini sudah memiliki koordinat maupun sistem proyeksi yang benar sehingga dapat digunakan sebagai acuan untuk koreksi geometri citra. Dalam koreksi geometri ini, citra hanya dipandang sebagai image sehingga sama sekali tidak mempertimbangkan posisi piksel, hasilnya pun berupa data yang berbasis vektor sehingga dalam mentransformasikan titik-titik koordinat peta ke citra bisa dilakukan tanpa mengalami kesulitan. Yang dibutuhkan dalam koreksi geometri ini adalah tingkat ketelitian yang tinggi, bagaimana memposisikan objek di citra agar sama dengan koordinat peta acuan.

Koreksi Citra Satelit ALOS AVNIR-2

Koreksi Geometri

Metode yang digunakan yakni *image to image*, meskipun yang digunakan sebagai *base* adalah peta RBI namun dalam prakteknya peta RBI tersebut tetap terbaca sebagai *image* bukan sebagai *map*. Tahap awal dalam koreksi geometri citra satelit ALOS AVNIR-2 yakni melakukan pemotongan citra

yang mencakup daerah kajian. Luasnya daerah kajian ditambah pula dengan topografinya yang beragam (bergunung hingga dataran) menjadi alasan penggunaan algoritma polynomial orde 3. Sedangkan titik kontrol point atau GCP tersebar merata diseluruh bagian citra dengan jumlah 33.

Adapun *RMS error*nya yang dihasilkan dari koreksi geometri citra sebesar 0,89. Ini artinya dengan resolusi spasial citra 10 m maka di lapangan citra tersebut mengalami pergeseran sebesar 8,89 m untuk tiap piksel. Nilai RMS error yang cukup tinggi ini menunjukkan bahwa hasil koreksi geometrik untuk daerah kajian tidak sempurna. Hal ini dikarenakan kondisi fisik daerah pemelitian yang sebagian besar didominasi oleh perbukitan dan pegunungan serta sulitnya menemukan objek yang tetap meskipun pengambilan titik GCP telah dilakukan berulang-ulang.

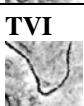
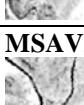
Koreksi Radiometri

Untuk penelitian kali ini kualitas citra tidak hanya berhenti pada informasi dalam citra sendiri melainkan juga mempertimbangkan faktor-faktor luar yang berpengaruh terhadap kesalahan informasi citra. Sehingga tahapan koreksi radiometri yang dilakukan pada penelitian kali ini mencapai tahap kalibrasi sensor (*at sensor radiance*).

Transformasi Indeks Vegetasi

Penggunaan saluran merah dan NIR pada sebagian besar transformasi indeks vegetasi didasarkan pada nilai tertinggi pantulannya. Vegetasi memberikan pantulan tertinggi pada NIR, namun karena mata manusia hanya terbatas pada panjang gelombang visibel maka daun sehat tampak hijau. Sehingga kombinasi dari dua pantulan (merah dan inframerah dekat) mampu memberikan nilai/indeks kaitannya dengan keberadaan vegetasi. Nilai indeks ini dapat bervariasi, tidak selalu sama tergantung dari algoritma transformasi yang digunakan. Berikut hasil dari masing-masing transformasi tersebut.

Tabel 3. Citra hasil transformasi dan perbandingan nilai spektralnya

No.	Jenis trasnformasi	informasi spektral			
		maks	Min	rata-rata	st.dev
1	RVI 	4,01	0,20	1,40	0,40
2	NDVI 	0,60	-0,66	0,14	0,14
3	TVI 	1,05	0,04	0,78	0,10
4	MSAVI 	1,50	-7,17	0,45	0,49

Interpretasi Visual Citra Satelit ALOS AVNIR-2

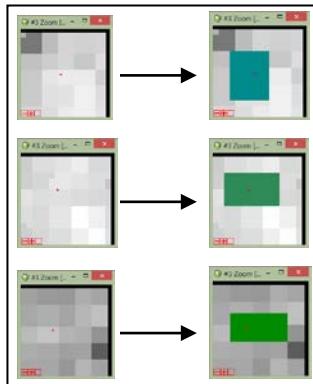
Interpretasi visual citra satelit ALOS AVNIR-2 dengan komposit 432 sangat membantu dalam indentifikasi objek. Proses pengenalan objek yang berkaitan dengan vegetasi dilakukan secara fotomorfik, yakni menggunakan unsur interpretasi citra. Pengenalan objek dilakukan untuk membedakan kelas kerapatan tegakan hutan daerah kajian berdasarkan unsur interpretasi citra. Sehingga tidak semua unsur interpretasi digunakan secara serentak, beberapa unsur interpretasi yang dijadikan kunci interpretasi antara lain warna/rona, tekstur, pola, bentuk, dan asosiasi.

Pemetaan Kerapatan Kanopi Vegetasi dengan Tehnik Interretasi Hibrida

Analisis Statistik Citra Hasil Transformasi

Nilai indeks yang dihasilkan dari beberapa trasnformasi belum bernilai apa-apa sebelum dikaitkan dengan data lapangan. Salah satu cara untuk menghubungan antara nilai indeks dengan data lapangan adalah dengan analisis statistik. Nilai rata-rata indeks vegetasi diperoleh dengan cara menumpangsusun antara blok sampel vegetasi (dalam bentuk vektor) dengan masing-masing indeks vegetasi (dalam bentuk raster). Karena yang digunakan adalah rata-

rata nilai piksel maka diambil beberapa piksel di bagian tengah blok vegetasi dengan membat ROI (*Region of Interest*). Berikut adalah contoh pengambilan ROI pada salah satu indeks.



Gambar 1. Pembuatan ROI dari blok kerapatan vegetasi

Analisis Korelasi

Tabel 4. Korelasi nilai rata-rata tiap saluran dengan kerapatan

No.	Transformasi indeks	R ²
1	RVI	0,782
2	NDVI	0,784
3	TVI	0,489
4	MSAVI	0,750

Sumber: Analisis statistik citra

Nilai r pada tabel 4 adalah nilai korelasi dari masing-masing indeks vegetasi yang digunakan. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa korelasi tertinggi ternyata pada transformasi NDVI sebesar 0,784. Artinya, kerapatan vegetasi memiliki hubungan positif dan paling kuat pada trasnformasi NDVI ketimbang jenis trasnformasi indeks lainnya. Sehingga untuk pemetaan kerapatan vegetasi metode hibrida, trasnformasi yang digunakan adalah transformasi NDVI.

Formula Kerapatan Vegetasi

Indeks terpilih yang digunakan untuk penyusunan formula kerapatan vegetasi adalah indeks yang memiliki koefisien korelasi tertinggi, dan indeks tersebut adalah NDVI. Tabel 5 berikut adalah formula kerapatan vegetasi hasil interpretasi hibrida.

No	Kelas	Formula kerapatan vegetasi	Kerapatan vegetasi
1	I	$NDVI \geq 0,276$	Hutan sangat rapat
2	II	$NDVI \geq 0,116$ AND $NDVI \leq 0,275$	Hutan agak lebat/lebat
3	III	$NDVI \geq (-0,004)$ AND $NDVI \leq 0,115$	Terbuka
4	IV	$NDVI \geq (-0,038)$ AND $NDVI \leq (-0,004)$	Jarang
5	V	$NDVI \leq (-0,037)$	Sedikit/tidak ada pohon

Interpretasi Hibrida

Proses interpretasi hibrida dilakukan setelah setiap poligon satuan pemetaan kerapatan vegetasi memiliki rata-rata nilai pada citra NDVI. Nilai rata-rata tersebut akan digunakan untuk identifikasi tingkat kerapatan vegetasi tiap poligon satuan pemetaan. Perolehan nilai rata-rata tiap satuan pemetaan kerapatan vegetasi yakni dengan cara menumpangsusunkan poligon hasil interpretasi visual dengan citra NDVI. Proses perhitungan nilai rata-rata tersebut diperoleh dengan bantuan software pengolah data citra ENVI 4.5. Setiap poligon yang telah ditumpangsusunkan dengan citra NDVI dilakukan analisis statistik untuk memperoleh rata-rata nilai indeksnya. Setelah setiap poligon memperoleh nilai rata-rata pada citra NVDI, maka formula kerapatan vegetasi sudah bisa diterapkan. Tabel 5 berikut adalah hasil peneraan kunci interpretasi hibrida untuk kerapatan vegetasi.

Tabel 5. Hasil interpretasi hibrida

No.	Kelas kerapatan	Persentase Kerapatan	Luas (ha)
1.	Hutan sangat rapat	> 80 %	1082,92
2.	Agak lebat/lebat	40 – 80 %	2541,76
3.	Terbuka	10 – 40 %	2062,32
4.	Hutan jarang	2 – 10 %	201,04
5.	Sedikit/tidak ada pohon	< 2 %	-

Akurasi Interpretasi Hibrida

Uji akurasi interpretasi hibrida dilakukan dengan menumpangsusunkan peta acuan hasil interpretasi visual resolusi tinggi dengan hasil peta dari interpretasi hibrida. Peta hasil interpretasi visual citra resolusi tinggi dianggap mewakili kondisi sebenarnya dilapangan sehingga peta ini dijadikan sebagai sumber data referensi dalam uji akurasi interpretasi hibrida. Teknik tumpangsusun antara kedua peta ini dilakukan secara manual dengan sistem grid, dan pembanding dilakukan grid demi grid. Ukuran grid yang digunakan dalam uji akurasi ini $0,5 \times 0,5$ cm.

Hasil uji akurasi tersebut disajikan dalam tabel *confusion matrix* antar grid pada tabel 4.10. Tabel 4.10 tersebut kelas kerapatan di wakilkan dengan kelas 1, 2, 3, 4, dan 5. Kelas 1 dimulai dengan tingkat kerapatan paling tinggi, dan seterusnya hingga kelas 5 tingkat kerapatan aling rendah. Kelas 1 (sangat rapat/rapat), 2 (agak rapar/rapat), 3 (jarang), 4 (terbuka), dan 5 (sedikit/tidak ada pohon).

Akurasi keseluruhan peta hasil interpretasi hibrida dihitung berdasarkan jumlah grid yang terkласifikasi secara benar dibagi dengan jumlah seluruh grid peta referensi. Hasilnya adalah $3117/3351 = 93,02\%$. Adapun untuk penelitian yang sama , seperti yang dilakukan oleh Gunawan tahun 2011 yang mengkaji kerapatan kanopi hutan di Kabupaten Kulonprogo dengan interpretasi hibrida, tingkat akurasi yang dihasilkan adalah 90,32 %. Selisih akurasi interpretasi antara penelitian sebelumnya dengan penelitian ini menunjukkan bahwa hasil interpretasi hibrida untuk objek yang sama pada daerah yang berbeda masih lebih baik pada penelitian ini. Berdasarkan ketelitian yang dihasilkan oleh interpretasi hibrida untuk pemetaan kerapatan tegakan vegetasi tersebut, nilai akurasi 93,02 % termasuk ke dalam ketelitian tinggi menurut Campbell (2002) dalam Suharyadi (2010). Artinya, interpretasi hibrida yang merupakan kombinasi antara interpretasi visual dan digital untuk pemetaan kerapatan vegetasi daerah kajian hasilnya dapat dimanfaatkan untuk kajian lebih lanjut, misalnya untuk analisis di bidang kehutanan.

Kesimpulan

1. Interpretasi hibrida antara data berbasis visual dan digital citra satelit ALOS AVNIR-2 dapat digunakan untuk pemetaan kerapatan kanopi vegetasi dengan tingkat ketelitian tinggi, yakni 93,02%.
2. Dari beberapa indeks vegetasi yang digunakan antara lain RVI, NDVI, TVI, dan MSAVI dalam proses interpretasi hibrida, ternyata yang menunjukkan korelasi paling baik untuk kerapatan kanopi vegetasi adalah transformasi NDVI dengan koefisien korelasi sebesar 0,784.
3. Kerapatan vegetasi pada daerah kajian didominasi oleh kerapatan agak lebat/lebat (40-80%) dengan presentase kerapatan sebesar 43,12 % dan luas 2541,76 ha. Jenis tanaman pada kelas tersebut antara lain , jati (*Tectona grandis*), kayu putih (*Eucalyptus globulus*), mahoni (*Swietenia macrophylla*) yang sebagain besar merupakan tipe hutan Tahura (Tanaman Hutan Rakyat).

Daftar Pustaka

- Danoedoro, Projo. 1996. *Pengantar Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta : Fakultas Geografi UGM.
- Danoedoro, Projo. 2012. *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Gunawan, Endra. 2010. *Penggunaan Metode Hybrid untuk Identifikasi Kerapatan Kanopi di Sebagian Kabupaten Kulonprogo*. Skripsi. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Howard, John. 1991. *Remote sensing of Forest Resources-Theory and Application*, (diterjemahkan dalam Judul *Penginderaan Jauh untuk Sumberdaya Hutan-Teori dan Aplikasi* oleh Hartono, Dr. dkk, tahun 1996. Yogyakarta: Gadjah Mada University Pres.
- Irwanto. 2006. *Model Kawasan Hutan Kabupaten Gunung Kidul*. Sekolah Pascasarjana Jurusan Ilmu Pertanian Program Studi Kehutanan. Unuversitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Jensen, J. R. 2005. *Introducing Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspektive (3th)*. Pearson, South Carolina.
- JAXA EORC. 2008. *ALOS Data Users Handbook Revision C*. JAXA. Jepang. Kusumawidagdo, Mulyadi dkk. 2007. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Pusat Data Penginderaan Jauh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional. Jakarta
- Lillesand, T.M., Keifer, R.W. and Chipman, Jonathan W. 2004. *Remote Sensing and Image Interpretation*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Munir, Sahubul. 2007. *Statistik Deskriptif (I) : Analisis Korelasi Product Moment*. Pusat Pengembangan Bahan Ajar: Universitas Mercu Buana.
- Purbawasso, Bambang. 1996. *Penginderaan Jauh Terapan*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Purwadhi, S. H. 2001. *Interpretasi Citra Digital*. Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta.
- Sabins, F. R. 1997. *Remote Sensing Principles and Interpretation*. San Francisco: W.H. Freeman and Company.
- Suharyadi. 2010. *Interpretasi Hibrida Citra Satelit Resolusi Spasial Menengah Untuk Kajian Densifikasi Bangunan Daerah Perkotaan (Kasus Daerah Perkotaan Yogyakarta)*. Disertasi. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Sahid. 2005. *Pengukuran dan Pemetaan Hutan*. Yogyakarta : Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada.
- Sutanto. 1986. *Penginderaan Jauh Dasar Jilid I*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Sutanto. 1994. *Penginderaan Jauh. Jilid 2*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Swain P. H, Davis. M, . 1978. *Remote Sensing The Quantitative Approach*. United States of America: Purdue University.

