

ANALISIS SEBARAN VEGETASI DENGAN CITRA SATELIT SENTINEL MENGUNAKAN METODE NDVI DAN SEGMENTASI (Studi Kasus: Kabupaten Demak)

Siska Wahyu Andini, Yudo Prasetyo, Abdi Sukmono^{*)}

Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
Email : siskawahyu89@gmail.com

ABSTRAK

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Tata Ruang, proporsi ruang terbuka hijau pada wilayah kota paling sedikit adalah 30% persen dari luas wilayah kota. Ruang Terbuka Hijau atau dapat disebut dengan vegetasi dapat mempengaruhi udara di sekitar secara langsung maupun tidak langsung. Vegetasi memiliki beberapa manfaat untuk lingkungan seperti : mereduksi polutan dan memproduksi oksigen, memperbaiki kualitas iklim lokal dan sebagai pengontrol radiasi sinar matahari. Kehadiran vegetasi pada suatu wilayah akan memberikan dampak positif bagi keseimbangan ekosistem dalam skala yang lebih luas. Secara umum peranan vegetasi dalam suatu ekosistem terkait dengan pengaturan keseimbangan karbon dioksida dan oksigen dalam udara, perbaikan sifat fisik, kimia dan biologis tanah, pengaturan tata air tanah dan lain-lain.

Saat ini teknologi penginderaan jauh sudah semakin canggih, sehingga dapat mendeteksi sebaran vegetasi pada suatu wilayah, pola sebaran vegetasi, kerapatan vegetasi serta luas vegetasi. Teknik *NDVI* (*Normalized Difference Vegetation Index*) merupakan sebuah transformasi citra penajaman spektral untuk menganalisis hal-hal yang berkaitan dengan vegetasi. Selain teknik *NDVI*, ada sebuah metode yaitu segmentasi yang dapat digunakan untuk mendeteksi kerapatan suatu wilayah dengan cara membedakan bentuk, warna, tekstur dan batasan area.

Dari hasil algoritma segmentasi didapatkan nilai optimal untuk citra Sentinel-2A sebesar 150 untuk parameter skala, 0,3 untuk parameter bentuk dan 0,5 untuk parameter *compactness*. Hasil uji akurasi dengan menggunakan validasi lapangan dari segmentasi menghasilkan nilai akurasi keseluruhan sebesar 46,7% sedangkan untuk *NDVI* nilai akurasi keseluruhannya adalah 88,9%. Penelitian ini menunjukkan bahwa pola sebaran vegetasi pada Kabupaten Demak dengan *NDVI* dan Segmentasi hampir sama yaitu merata ke seluruh wilayah dengan luasan yang berbeda-beda tiap wilayahnya. Kerapatan vegetasinya juga bervariasi, hasil kerapatan dengan dua metode memiliki sedikit perbedaan. Perbedaan yang signifikan terjadi apabila dalam satu wilayah hanya terdapat sedikit tumbuhan, karena perhitungan menggunakan uji densitas sangat memperhatikan jumlah tumbuhan dalam satu wilayah tersebut. Sedangkan apabila menggunakan kamera yang kemudian dilanjutkan dengan *band threshold* tidak memperhatikan jumlah tumbuhan melainkan besarnya kanopi.

Kata Kunci : *NDVI*, Segmentasi, Vegetasi.

ABSTRACT

Based on Law Number 26 Year 2007 on Spatial Planning, the proportion of Green Open Spaces in the city area is at least 30% percent of the total city area. Open Space Green or can be called vegetation can affect the air around directly or indirectly. Vegetation has several environmental benefits such as: reducing pollutants and producing oxygen, improving local climate quality and as a controller of solar radiation. The presence of vegetation in a region will have a positive impact on the balance of ecosystems on a wider scale. In general, the role of vegetation in an ecosystem is related to the regulation of the balance of carbon dioxide and oxygen in the air, the improvement of the physical, chemical and biological properties of the soil, soil water regulation and others.

*Currently remote sensing technology is increasingly sophisticated, so it can detect the spread of vegetation in a region, the pattern of vegetation distribution, vegetation density and vegetation area. The *NDVI* (*Normalized Difference Vegetation Index*) technique is a transformation of spectral sharpening images to analyze vegetation-related matters. In addition to *NDVI* techniques, there is a method of segmentation that can be used to detect the density of a region by distinguishing the shape, color, texture and area boundaries.*

*From segmentation algorithm result got optimal value for Sentinel-2A image 150 for scale parameter, 0,3 for form parameter and 0,5 for parameter compactness. The result of accuracy test by using validation from segmentation yields the overall accuracy value of 46,7% while for *NDVI* the overall accuracy value is 88,9%. The results of this study indicate that the pattern of vegetation distribution in Demak District with *NDVI* and Segmentation almost the same, is evenly distributed to all regions with different areas of each region. The vegetation density varies, the result of density by the two methods has little difference. Significant differences occur when in one region there are few plants, because the calculation using the density test is very concerned the number of plants in one region. Meanwhile, when using a camera which is then continued with the threshold band does not pay attention to the number of plants but the size of the canopy.*

Keywords: *NDVI*, Segmentation, Vegetation.

^{*)}Penulis Utama, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Tata Ruang, proporsi ruang terbuka hijau pada wilayah kota paling sedikit adalah 30% persen dari luas wilayah kota. Ruang Terbuka Hijau atau dapat disebut dengan vegetasi dapat mempengaruhi udara di sekitar secara langsung maupun tidak langsung. Vegetasi memiliki beberapa manfaat untuk lingkungan seperti : mereduksi polutan dan memproduksi oksigen, memperbaiki kualitas iklim lokal dan sebagai pengontrol radiasi sinar matahari.

Kehadiran vegetasi pada suatu wilayah akan memberikan dampak positif bagi keseimbangan ekosistem dalam skala yang lebih luas. Secara umum peranan vegetasi dalam suatu ekosistem terkait dengan pengaturan keseimbangan karbon dioksida dan oksigen dalam udara, perbaikan sifat fisik, kimia dan biologis tanah, pengaturan tata air tanah dan lain-lain. Meskipun secara umum kehadiran vegetasi pada suatu area memberikan komposisi vegetasi yang tumbuh pada daerah itu. Akhir-akhir ini masyarakat semakin banyak menopangkan harapan pada vegetasi untuk mengatasi masalah pengendalian air dan longsor lahan (Soedjoko,S.A, 2003). Ruang Terbuka Hijau (*Green Openspaces*) merupakan kawasan atau areal permukaan tanah yang didominasi oleh tumbuhan yang dibina untuk fungsi perlindungan habitat tertentu, dan atau sarana lingkungan/kota, dan atau pengamanan jaringan prasarana, dan atau budidaya pertanian. Ruang terbuka hijau yang ideal adalah 30 % dari luas wilayah. Hampir disemua kota besar di Indonesia, RTH saat ini baru mencapai 10% dari luas kota. Padahal ruang terbuka hijau diperlukan untuk kesehatan, arena bermain, olah raga dan komunikasi publik (Hakim, R, 2000).

Saat ini teknologi penginderaan jauh sudah semakin canggih, sehingga dapat mendeteksi sebaran vegetasi pada suatu wilayah, pola sebaran vegetasi, kerapatan vegetasi serta luas vegetasi. Teknik *NDVI* (*Normalized Difference Vegetation Index*) merupakan sebuah transformasi citra penajaman spektral untuk menganalisa hal-hal yang berkaitan dengan vegetasi (Putra, 2011). Selain teknik *NDVI*, ada sebuah metode yaitu segmentasi yang dapat digunakan untuk mendeteksi kerapatan suatu wilayah dengan cara membedakan bentuk, warna, tekstur dan batasan area. Validasi data yang akan dilakukan adalah dengan menggunakan citra resolusi tinggi.

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. Berdasarkan konsep segmentasi, untuk mendapatkan hasil segmentasi dengan menggunakan algoritma multiresolusi segmentasi tergantung dari tiga parameter yaitu parameter skala, bentuk dan

kekompakkan. Berdasarkan penelitian terdahulu, ketiga parameter tersebut dapat dikombinasikan sehingga membentuk segmentasi sesuai dengan objek yang diinginkan (Setiani,A, 2016). Hasil *NDVI* dan segmentasi ini diharapkan dapat menghasilkan citra yang dapat menginterpretasikan objek-objek dengan baik, terutama untuk vegetasi serta didapatkan peta persebaran vegetasi. Kabupaten Demak merupakan salah satu wilayah di Indonesia dengan vegetasi yang beragam seperti : sawah, hutan, dan tegalan atau perkebunan. Sebagai daerah agraris yang kebanyakan penduduknya hidup dari hasil pertanian, sebagian besar wilayah Kabupaten Demak terdiri atas lahan sawah yang mencapai luas 48.947 ha dan selebihnya adalah lahan kering.

1.1 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pola sebaran vegetasi dan perhitungan luas Kabupaten Demak berdasarkan hasil klasifikasi dengan teknik *NDVI*?
2. Bagaimana pola sebaran vegetasi dan perhitungan luasnya berdasarkan hasil klasifikasi dengan metode segmentasi?
3. Bagaimana analisis hasil perbandingan sebaran vegetasi *NDVI* dan segmentasi berdasarkan hasil validasi terhadap data lapangan dan bagaimana hasil kerapatan vegetasinya?

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pola dan luas sebaran vegetasi berdasarkan hasil klasifikasi dengan teknik *NDVI*.
2. Untuk mengetahui pola dan luas sebaran vegetasi berdasarkan hasil klasifikasi dengan metode Segmentasi.
3. Untuk mengetahui perbedaan luas wilayah penelitian dengan teknik *NDVI* dan metode Segmentasi.

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Aspek Keilmuan
Penelitian ini memberikan kontribusi bagi ilmu penginderaan jauh dan sistem informasi geografis, khususnya mengenai teknik *NDVI* dan metode Segmentasi.
2. Aspek Rekayasa
Hasil penelitian dapat digunakan untuk kepentingan pertanian, seperti mengetahui persebaran vegetasi di Kabupaten Demak.

1.3 Batasan Masalah

Adapun pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pada metode segmentasi menggunakan algoritma multiresolusi dengan tiga parameter yaitu : skala, bentuk dan kekompakan.

Pengambilan parameter dilakukan secara *trial and error*.

2. Skala peta yang dihasilkan dari penelitian ini adalah 1:250.000
3. Parameter segmentasi dan metode *NDVI* digunakan untuk mendapatkan nilai identifikasi sebaran vegetasi.
4. Studi lapangan dilakukan dengan pengambilan sampel di kawasan Kabupaten Demak yang digunakan untuk validasi data.
5. Metode validasi yang digunakan adalah metode berpetak atau teknik *sampling* kuadrat (*Quadrat Sampling Technique*).

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Demak sebagai salah satu Kabupaten di Jawa Tengah terletak pada koordinat $60^{\circ}43'26'' - 70^{\circ}09'43''$ Lintang Selatan dan $110^{\circ}27'58'' - 110^{\circ}48'47''$ Bujur Timur. Wilayah ini sebelah Utara Berbatasan dengan Kabupaten Jepara dan Laut Jawa, sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Kudus dan Kabupaten Grobogan, sebelah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Grobogan dan Kabupaten Semarang, serta sebelah Barat berbatasan dengan Kota Semarang. Jarak terjauh dari Barat ke Timur adalah sepanjang 49 km dan dari Utara ke Selatan sepanjang 41 km.

II.2 Konsep Vegetasi

Vegetasi dalam ekologi adalah istilah untuk keseluruhan komunitas tetumbuhan. Vegetasi merupakan bagian hidup yang tersusun dari tetumbuhan yang menempati suatu ekosistem. Beraneka tipe hutan, kebun, padang rumput, dan tundra merupakan contoh-contoh vegetasi. Analisis vegetasi adalah cara mempelajari susunan (komposisi jenis) dan bentuk (struktur) vegetasi atau masyarakat tumbuh-tumbuhan (Rohman dan Sumberartha, 2001). Dalam ekologi hutan satuan yang diselidiki adalah suatu tegakan, yang merupakan asosiasi konkrit (Rohman dan Sumberartha, 2001).

Berdasarkan kamus besar bahasa Indonesia, vegetasi didefinisikan sebagai suatu bentuk kehidupan yang berhubungan dengan tumbuh-tumbuhan atau tanam-tanaman. Istilah vegetasi dalam ekologi adalah istilah yang digunakan untuk menyebut komunitas tumbuh-tumbuhan yang hidup di dalam suatu ekosistem. Vegetasi yang ada di suatu tempat dapat berubah seiring dengan berjalannya waktu dan perubahan iklim dan aktivitas manusia.

Analisis vegetasi ialah suatu cara mempelajari susunan dan atau komposisi vegetasi secara bentuk (struktur) vegetasi dari tumbuh-tumbuhan. Unsur struktur vegetasi adalah bentuk pertumbuhan, stratifikasi dan penutupan tajuk.

II.3 Parameter Dalam Analisis Vegetasi

Pada penentuan analisis vegetasi diperlukan beberapa parameter yang dapat membantu penelitian ini (Indriyanto, 2006), yaitu :

- a. Parameter Kuantitatif

Pada parameter kuantitatif kerapatan (*Density*) sangat berpengaruh dalam analisis vegetasi. Densitas adalah jumlah individu per unit luas atau perunit volume. Dengan kata lain, densitas merupakan jumlah individu organisme per satuan ruang. Kerapatan pada umumnya dinyatakan sebagai jumlah individu atau biosmasa populasi persatuan areal atau volume, misal 200 pohon per Ha.

- b. Parameter Kualitatif

Kelimpahan merupakan salah satu parameter dalam analisis vegetasi. Parameter kualitatif mencerminkan distribusi relatif spesies organisme dalam komunitas. Kelimpahan pada umumnya berhubungan dengan densitas berdasarkan penaksiran kualitatif. Menurut penaksiran kualitatif kelimpahan dikelompokkan menjadi 5, yaitu :

- a. Sangat jarang
- b. Kadang-kadang atau jarang
- c. Sering atau tidak banyak
- d. Banyak atau berlimpah-limpah
- e. Sangat banyak atau sangat berlimpah

II.3.1 Metode Pengambilan *Sampling* Komunitas Vegetasi

Pada penelitian ini, metode pengambilan sampel yang digunakan adalah metode berpetak/teknik *sampling* kuadrat (*Quadrat Sampling Technique*). Teknik *sampling* kuadrat ini merupakan suatu teknik survei vegetasi yang sering digunakan dalam semua tipe komunitas tumbuhan. Plot yang dibuat dalam teknik *sampling* ini bisa berupa petak tunggal atau beberapa petak. Namun pada penelitian ini penulis menggunakan metode petak ganda atau beberapa petak dengan luas petak 20m x 20m. Pada metode ini pengambilan contoh vegetasi dilakukan dengan menggunakan banyak plot yang letaknya tersebar merata.

Masing-masing titik sampel diambil parameter-parameter yang diperlukan dalam penelitian, seperti identifikasi jenis vegetasi, jarak antar vegetasi dan jumlah vegetasi dalam satu petak. Posisi titik-titik sampel di lapangan diplotkan pada posisi piksel yang sama pada citra indeks vegetasi untuk dianalisis kekuatan hubungan antara data lapangan dengan nilai kecerahan pada citra tersebut. Contoh pengambilan sampel dengan metode berpetak dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Metode Berpetak (Irfani M, 2014)

II.4 Kerapatan Vegetasi

Kerapatan vegetasi adalah satu aspek yang mempengaruhi karakteristik vegetasi dalam citra. Kerapatan vegetasi umumnya diwujudkan dalam bentuk persentase untuk mengetahui tingkat suatu kerapatan vegetasi. Pada penelitian Siti Imami (1998) dalam Ahmad Fadly (2005) untuk mengetahui sejauh mana hubungan kerapatan vegetasi terhadap pantulan spektralnya dengan analisis digital. Indeks vegetasi merupakan suatu algoritma yang ditetapkan terhadap citra (biasanya pada citra multisaluran) untuk menonjolkan aspek kerapatan vegetasi ataupun aspek lain yang berkaitan dengan kerapatan, misalnya biomassa, *Leaf Area Index (LAI)*, konsentrasi klorofil, dan sebagainya. Secara praktis, indeks vegetasi ini merupakan suatu transformasi matematis yang melibatkan beberapa saluran sekaligus, dan menghasilkan citra baru yang lebih representatif dalam menyajikan fenomena vegetasi (Danoedoro, 2012). Kerapatan vegetasi dapat dihitung menggunakan rumus densitas pada persamaan II.1.



$$K-i = \frac{\text{jumlah individu satuan jenis (i)}}{\text{Luas seluruh plot}} \dots\dots\dots \text{II.1}$$

Keterangan :


K-i : kerapatan spesies ke-i

Penelitian ini memperhatikan kerapatan tajuk dari vegetasi yang diamati. Tajuk merupakan keseluruhan bagian tumbuhan, terutama pohon, perdu, atau liana yang berada di atas permukaan tanah yang menempel pada batang utama. Tajuk adalah bagian dari kanopi yang membentuk atap hutan. Estimasi kerapatan tajuk dilakukan dengan mengambil data foto secara vertikal dengan menggunakan kamera. Persentase kerapatan tajuk menggunakan lensa kamera dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Estimasi kerapatan tajuk menggunakan lensa kamera (BIG, 2014)

Kerapatan	%	Foto
Kerapatan Lebat	>70%	
Kerapatan Sedang	50%-70%	

Tabel 2 Estimasi kerapatan tajuk menggunakan lensa kamera (Lanjutan)

Kerapatan	%	Foto
Kerapatan Jarang	<50%	

II.5 Citra Satelit Sentinel-2A

Sentinel-2A merupakan satelit observasi bumi milik *European Space Agency (ESA)* yang diluncurkan pada tanggal 23 Juni 2015 di *Guiana Space Centre, Kourou, French Guyana*, menggunakan kendaraan peluncur Vega. Satelit ini merupakan salah satu dari dua satelit pada Program Copernicus yang telah diluncurkan dari total perencanaan sebanyak 6 satelit. Sebelumnya telah diluncurkan Satelit Sentinel-1A yang merupakan satelit radar pada tanggal 3 April 2014 dan segera menyusul kemudian yaitu Satelit Sentinel-2B pada tahun 2017 mendatang (Satelit,C, 2016).

Kedua satelit yang masuk ke dalam seri Satelit Sentinel-2 tersebut, mempunyai waktu revisit selama 5 hari. Jika Satelit Sentinel-1A menghasilkan citra radar, maka Satelit Sentinel-2A menghasilkan citra optik multispektral yang mempunyai 13 kanal (kanal-kanal yang masuk ke spektrum *visible, near infrared, shortwave infrared*). Karakteristik dari 13 kanal tersebut akan dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2 Daftar 13 Kanal Satelit Sentinel-2A (Satelit, C, 2016)

Kanal	Panjang Gelombang (µm)	Resolusi Spasial (m)
Kanal 1 – <i>Coastal Aerosol</i>	0,443	60
Kanal 2 – <i>Blue</i>	0,490	10
Kanal 3 – <i>Green</i>	0,560	10
Kanal 4 – <i>Red</i>	0,665	10
Kanal 5 – <i>Vegetation Red Edge</i>	0,705	20
Kanal 6 – <i>Vegetation Red Edge</i>	0,740	20
Kanal 7 – <i>Vegetation Red Edge</i>	0,783	20
Kanal 8 – <i>NIR</i>	0,842	10
Kanal 8A - <i>Vegetation Red Edge</i>	0,865	20

Tabel 2 Daftar 13 Kanal Satelit Sentinel-2A (Lanjutan)

Kanal	Panjang Gelombang (µm)	Resolusi Spasial (m)
Kanal 9 – <i>Water Vapour</i>	0,945	60
Kanal 10 – <i>SWIR - Cirrus</i>	1,375	60
Kanal 11 – <i>SWIR</i>	1,610	20
Kanal 12 - <i>SWIR</i>	2,190	20

II.6 Matriks Konfusi

Matriks Konfusi (*Confusion Matrix*) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur kinerja suatu metode klasifikasi. Pada dasarnya *confusion matrix* mengandung informasi yang membandingkan hasil klasifikasi yang dilakukan oleh sistem dengan hasil klasifikasi yang seharusnya (Solichin, 2017). Matriks konfusi atau biasa disebut dengan 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). Pada matriks ini dapat menghitung besarnya akurasi pembuat (*producers accuracy*), akurasi pengguna (*users accuracy*), akurasi keseluruhan (*overall accuracy*), akurasi kappa (*kappa accuracy*) (Arison dang, V., dkk., 2015).

Menurut Riswanto (2009) hasil proses klasifikasi yang dapat diterima adalah proses klasifikasi yang memiliki nilai akurasi Kappa lebih atau sama dengan 85%. Bentuk dari matriks kesalahan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Bentuk Matriks Kesalahan (Jaya, 2007)

Kelas Referensi	Data Sampel			Jumlah Piksel	Akurasi Pembuat
	A	B	C		
A	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₊	X _{11/ X₁₊}
B	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₊	X _{22/ X₂₊}
C	X ₃₁	X ₃₂	X ₃₃	X ₃₊	X _{33/ X₃₊}
Total Piksel	X ₁₊	X ₂₊	X ₃₊	N	
Akurasi Pengguna	X _{11/ X₁₊}	X _{22/ X₂₊}	X _{33/ X₃₊}	X _{ii}	

Beberapa persamaan fungsi yang digunakan (Jaya, 2007) sebagai berikut :

Akurasi Pengguna = $\frac{X_{11}}{X_{1+}} \times 100\%$ (II.2)

Akurasi Pembuat = $\frac{X_{11} + X_{1+}}{X_{1+}} \times 100\%$ (II.3)

Akurasi Keseluruhan = $(\frac{\sum_{i=1}^n X_{ii}}{N}) \times 100\%$(II.4)

Akurasi Kappa = $[(N \sum_{i=1}^n X_{ii} - \sum_{i=1}^n X_{i+} X_{+i}) / (N^2 - \sum_{i=1}^n X_{i+} X_{+i})] \times 100\%$(II.5)

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

II.7 Interpretasi Citra

Interpretasi citra merupakan suatu kegiatan menafsirkan citra atau foto untuk kemudian menilai penting tidaknya objek tersebut. Tujuan dari interpretasi citra adalah untuk mengenali objek yang terekam dalam citra dengan tahapan interpretasi yang terdiri dari deteksi, identifikasi serta analisis. Interpretasi citra penginderaan jauh dapat dilakukan dengan dua cara (Purwadhi dan Tjaturahono, 2008) yaitu :

1. Interpretasi citra secara manual data penginderaan jauh merupakan pengenalan karakteristik obyek secara keruangan (spasial) mendasarkan pada unsur-unsur interpretasi citra penginderaan jauh. Interpretasi manual dilakukan terhadap citra fotografi dan non-fotografi yang sudah dikonversi ke dalam bentuk foto atau citra. Interpretasi manual pada citra penginderaan jauh yang sudah terkoreksi, baik terkoreksi secara radiometrik maupun secara geometrik. Pengguna dapat langsung melakukan identifikasi terhadap obyek yang ada pada foto atau citra.
2. Interpretasi citra secara digital dilakukan dengan bantuan komputer. Di dalam interpretasi citra penginderaan jauh digital, pengguna dapat melakukannya mulai dari pengolahan/ pra-pengolahan (koreksi-koreksi citra) penajaman citra, hingga klasifikasi citra. Namun dapat juga menggunakan data/ citra penginderaan jauh digital yang sudah terkoreksi, sehingga pengguna tinggal melakukan klasifikasi dan tidak perlu melakukan pra-pengolahan data.

Nilai keakuratan interpretasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus II.6.

TKI = $\frac{\sum \text{Titik Yang Benar}}{\sum \text{Titik Yang di Surveix}} \times 100\%$(II.6)

Keterangan : Tingkat Keakuratan Interpretasi Hasil klasifikasi dikatakan baik bila ketelitiannya > 80% atau kesalahannya < 20% bila dikanalngkan dengan keadaan di lapangan (Kusumowigado, dkk., 2007).

II.8 Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi merupakan suatu transformasi matematis yang melibatkan beberapa saluran sekaligus, dan menghasilkan citra baru yang lebih representatif dalam menyajikan fenomena vegetasi (Danoedoro, 2012). Model algoritma pada

transformasi indeks vegetasi yang digunakan yaitu *NDVI* (Normalized Difference Vegetation Index). *NDVI* merupakan indeks kehijauan vegetasi atau aktivitas fotosintesis vegetasi, dan salah satu indeks vegetasi yang paling sering digunakan.

Indeks vegetasi *NDVI* didasarkan pada pengamatan bahwa permukaan yang berbeda-beda merefleksikan berbagai jenis gelombang cahaya yang berbeda-beda. Vegetasi yang aktif melakukan fotosintesis akan menyerap sebagian besar gelombang merah sinar matahari dan mencerminkan gelombang inframerah dekat lebih tinggi. Vegetasi yang sudah mati atau kurang sehat lebih banyak mencerminkan gelombang merah dan lebih sedikit pada gelombang inframerah dekat (Maksum, Z, 2015).

NDVI dihitung berdasarkan per-piksel dari selisih normalisasi antara kanal merah dan inframerah dekat pada citra: Rumus *NDVI* dapat dilihat pada persamaan II.7.

$$NDVI = (NIR-RED)/(NIR+RED).....(II.7)$$

Rentang nilai *NDVI* yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Rentang Klasifikasi *NDVI* (Wahyunto,2013)

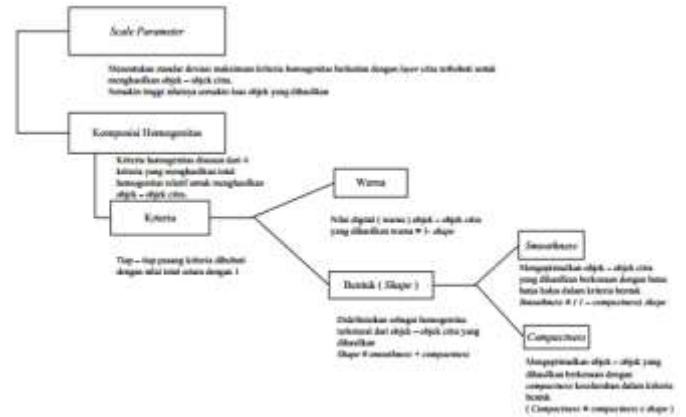
Rentang Klasifikasi	Kerapatan
-1< <i>NDVI</i> <-0,03	Lahan tidak bervegetasi
-0,03< <i>NDVI</i> <0,15	Kehijauan sangat rendah
0,15< <i>NDVI</i> <0,25	Kehijauan rendah
0,25< <i>NDVI</i> <0,35	Kehijauan sedang
0,35< <i>NDVI</i> <1	Kehijauan tinggi

II.9 Metode Segmentasi

Segmentasi citra merupakan bagian dari proses pengolahan citra. Proses segmentasi citra ini lebih banyak merupakan suatu proses pra pengolahan pada sistem pengenalan objek dalam citra (Setiani, Y, 2012). 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.

Metode klasifikasi digital telah berkembang dengan pesat terutama klasifikasi berbasis objek. Metode klasifikasi ini meminimalkan kelemahan pada klasifikasi berbasis piksel yang masih mengalami efek *salt and pepper* pada tahap pengklasifikasiannya begitu pula klasifikasi secara visual yang masih bersifat subjektif. Keunggulan dari metode klasifikasi berbasis objek adalah pemisah antar objek yang akurat dan presisi. Selain itu metode ini juga lebih efisien dalam waktu pengerjaan. Pengolahan citra resolusi tinggi menggunakan metode klasifikasi berbasis objek dengan mempertimbangkan informasi spektral, spasial dan tekstur objek (Antunes dkk., 2003). Berdasarkan konsep segmentasi multiresolusi dipengaruhi oleh tiga parameter yaitu skala, bentuk dan kekompakkan.

Ketiga parameter tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Parameter Segmentasi (Julzarika dan Carolita, 2015)

III. Metodologi Penelitian

III.1 Tahapan Persiapan

Tahapan awal pada penelitian ini adalah tahapan persiapan. Tahapan persiapan perlu dilakukan agar penelitian dapat berjalan dengan baik. Tahapan persiapan terdiri dari studi literature, tahapan persiapan alat dan data dan perencanaan persebaran titik *GCP*.

III.1.1 Tahapan Studi Literatur

Studi literatur yaitu studi yang bersumber dari buku, jurnal, penelitian terdahulu dan internet yang bertujuan untuk memahami materi yang akan diteliti.

III.1.2 Tahapan Persiapan Alat dan Data

Setelah melakukan tahapan studi literatur, dilakukan tahapan persiapan alat dan data. Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

Perangkat lunak :

1. *Software* ENVI digunakan untuk melakukan proses *NDVI*
2. *Software* eCognition Developer 64 untuk melakukan proses segmentasi.
3. *Software* Arc.GIS 10.2 sebagai aplikasi untuk membuat *layout* peta.
4. *Software* Quantum GIS untuk koreksi radiometrik

Perangkat keras :

1. Laptop atau *PC* untuk proses pengolahan data dan pembuatan laporan
2. *GPS Handheld* untuk mengambil koordinat validasi data di lapangan

Data yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Data Penelitian

No.	Data	Tahun	Sumber
1.	Citra Sentinel-2	2016	https://scihub.copernicus.eu/ .
2.	Peta Administrasi Jateng	2015	Bappeda

Tabel 5 Data Penelitian (Lanjutan)

No.	Data	Tahun	Sumber
3.	Citra <i>Google Earth</i>	2017	<i>Google Earth</i>

III.1.3 Tahapan Perencanaan Sebaran Titik *Ground Control Point (GCP)*

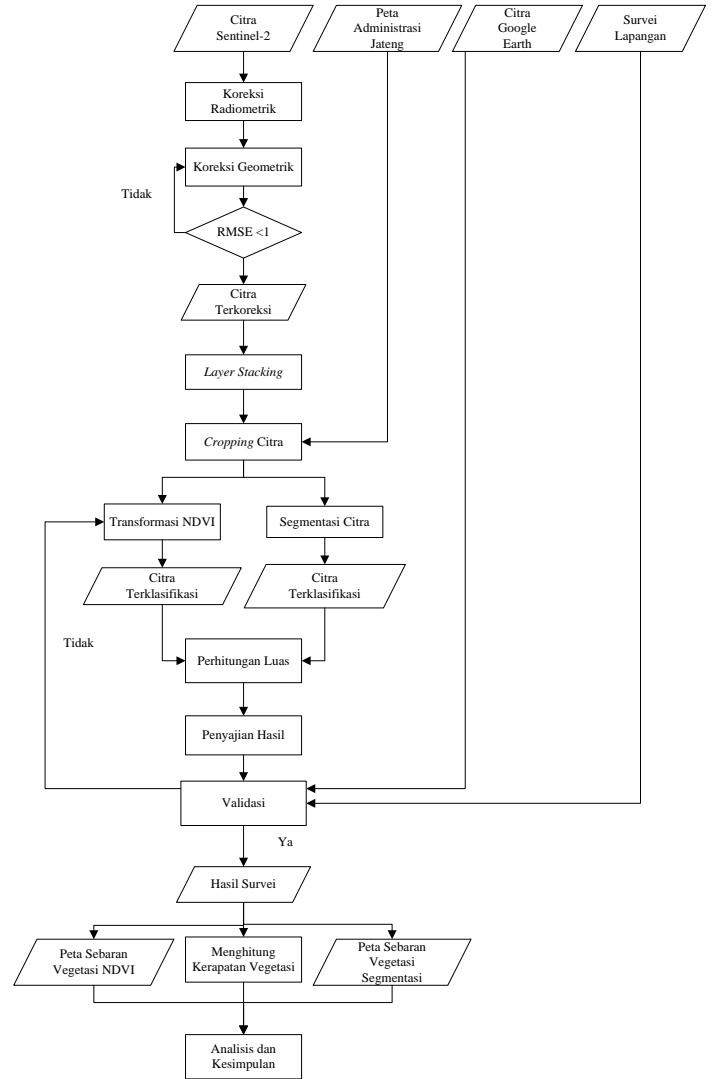
Jumlah *GCP* yang digunakan sebanyak 34 titik berdasarkan pada luas wilayah penelitian, sedangkan untuk persebarannya dilakukan secara acak tetapi harus tersebar dan mencakup semua wilayah studi kasus. Persebaran titik *GCP* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Sebaran Titik *GCP*

III.2 Tahapan Pengolahan

Tahapan pengolahan awal dari citra satelit Sentinel-2 adalah melakukan koreksi radiometrik, koreksii geometrik, *layer stacking*, *cropping* citra, transformasi *NDVI*, segmentasi citra, perhitungan kerapatan vegetasi dan penilaian akurasi dan akurasi objek. Diagram alir pengolahan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Diagram Alir Pengolahan

III.2.1 Koreksi Radiometrik

Pada citra Sentinel-2, citra yang telah diunduh harus dilakukan konversi nilai DN ke TOA *Reflectance*. Hal ini bertujuan agar citra dapat diolah menggunakan *software* yang lain seperti ENVI.

III.2.2 Koreksi Geometrik

Koreksi Geometrik yang digunakan adalah *image to map* dengan menggunakan *GCP*. Koreksi geometri selanjutnya terhadap citra yang lain yakni menggunakan citra pertama yang telah dikoreksi menggunakan titik *GCP* sebagai *base image* dan citra yang akan diolah sebagai *wrap image*. Koreksi *Image To Map* pada perangkat lunak ENVI yang tujuannya untuk memperbaiki citra serta melihat nilai kesalahannya.

III.2.3 Layer Stacking

Layer Stacking merupakan proses penggabungan kanal dari citra. Data citra Sentinel-2 terdiri dari tiga belas kanal, sehingga kanal-kanal tersebut harus digabungkan untuk menampilkan citra *false color infrared*. Kanal yang digunakan adalah kanal 8, 4 dan 3.

III.2.4 *Cropping* citra

Cropping citra atau pemotongan citra ini dilakukan dengan tujuan untuk memotong citra satelit agar sesuai dengan area penelitian atau wilayah penelitian yaitu Kabupaten Demak. *Cropping* citra ini dilakukan setelah proses koreksi geometrik dan koreksi radiometrik.

III.2.5 Transformasi *NDVI*

Pada proses ini, menggunakan perangkat lunak ENVI. Kanal yang digunakan adalah kanal 4 (*Red*) dan kanal 8 (*NIR*). *NDVI* dihitung berdasarkan per-piksel dari selisih normalisasi antara kanal merah dan inframerah dekat pada citra: Setelah dilakukan perhitungan, nilai rentang dimasukkan untuk membuat kelas kehijauan yang telah ditentukan sebelumnya.

III.2.6 Segmentasi Citra

Proses segmentasi dilakukan dengan membentuk segmen dengan memperhatikan nilai parameter bentuk, skala dan kekompakan. Data yang telah tersegmen kemudian diklasifikasi berdasarkan kelas yang telah ditentukan sebelumnya.

III.2.4 Pengujian Akurasi dan Validasi

Pengujian akurasi dilakukan dengan dua cara yaitu menggunakan perangkat lunak ENVI dan eCognition melalui matriks kesalahan (*confusion matrix*). Sedangkan validasi dilakukan dengan survei lapangan.

III.2.7 Perhitungan Kerapatan Vegetasi

Pada proses ini kerapatan vegetasi dihitung menggunakan dua metode yaitu menggunakan rumus densitas dan menggunakan lensa kamera.

III.3 Tahapan Analisis dan Penyajian Hasil

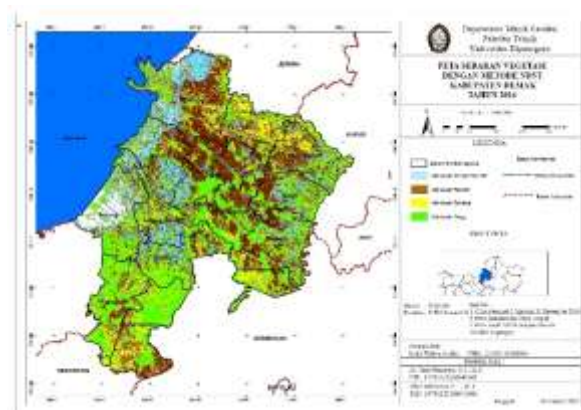
Tahapan ini merupakan tahapan akhir setelah setelah melakukan tahapan pengolahan. Pada tahapan ini dilakukan analisis dari pengolahan-pengolahan yang telah dilakukan kemudian menyajikan seluruh hasil seperti menganalisis hasil koreksi, hasil layer stacking, hasil *cropping* citra, hasil transformasi *NDVI* dan Segmentasi, hasil kerapatan vegetasi serta hasil perbandingan sebaran vegetasi hasil *NDVI* dan Segmentasi.

IV. Hasil dan Analisis

IV.1 Hasil dan Analisis *NDVI*

Pada proses *NDVI*, penulis mengklasifikasikan daerah penelitian menjadi 4 (empat) kelas yaitu : kehijauan tinggi, kehijauan sedang, kehijauan rendah, kehijauan sangat rendah

Pada penelitian ini, penulis tidak menggunakan kelas lahan tidak bervegetasi karena tujuan dari penelitian ini hanya untuk melihat sebaran vegetasi saja. Hasil *NDVI* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Hasil *NDVI*

Setelah didapatkan nilai rentang *NDVI*, dilakukan perhitungan luas dari masing-masing kelas. Luas masing-masing kelas dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Luas Kelas Vegetasi

Nama Kelas	Luas (ha)	Persentase (%)
Kehijauan Rendah	38254,666	41,355
Kehijauan Sangat Rendah	27203,221	29,408
Kehijauan Sedang	15625,927	16,892
Kehijauan Tinggi	11418,427	12,343
Total	92502,241	100

Kelas kehijauan sangat rendah mempunyai luasan 27203,221 ha atau 29,408% dari luas total wilayah. Kelas ini tersebar ke semua kecamatan. Vegetasi dengan kehijauan sangat rendah meliputi lahan kosong dan pemukiman.

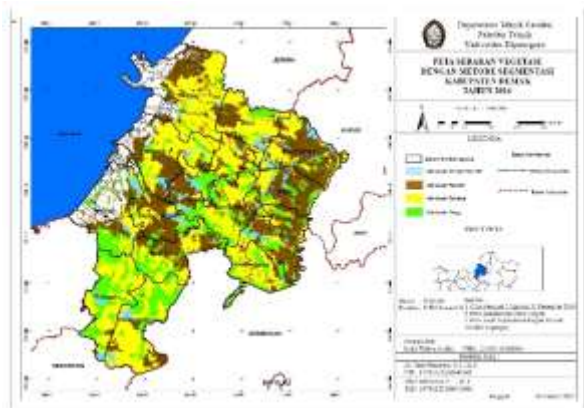
Kelas kehijauan rendah mempunyai luasan 38254,666 ha atau sebesar 41,355 % dari luas total wilayah. Pola persebarannya merata ke seluruh wilayah. Kelas kehijauan rendah merupakan vegetasi terbesar diantara kelas yang lain. Hal ini terjadi karena sebagian besar wilayah Demak adalah area persawahan.

Kelas kehijauan sedang memiliki luasan 15625,927 hektar atau sebesar 16,892% dari total luas wilayah. Vegetasi ini tersebar ke seluruh kecamatan. Vegetasi pada kelas ini meliputi sawah dan kebun. Tetapi vegetasi pada kelas ini jarang sekali ditemui pada daerah penelitian karena perbedaan masa tanam padi saat pengambilan data citra dengan waktu validasi yang berjarak 9 bulan.

Kelas kehijauan tinggi memiliki luasan 11418,427 hektar atau sebesar 12,343% dari total luas wilayah. Kehijauan tinggi adalah tanaman yang berwarna hijau dan memiliki kerapatan yang tinggi, seperti tegalan dan hutan. Vegetasi ini tersebar ke seluruh kecamatan. Namun untuk hutan hanya ada pada beberapa kecamatan yaitu Kecamatan Demak dan Kecamatan Wonosalam dengan berbentuk memanjang dan tidak menyebar ke seluruh wilayah.

IV.2 Hasil dan Analisis Segmentasi

Parameter segmentasi citra Sentinel-2 di Kabupaten Demak yang digunakan oleh penulis adalah sebesar 150 untuk parameter skala, 0,5 untuk parameter bentuk dan 0,3 untuk parameter kekompakkaan. Ketiga parameter tersebut memberikan hasil yang cukup baik. Objek seperti sawah, lahan terbangun, lahan terbuka, dan badan air dapat dipisahkan dengan baik. Nilai – nilai parameter tersebut digunakan untuk mengidentifikasi sebaran vegetasi di Kabupaten Demak. Hasil dari segmentasi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Hasil Segmentasi

Hasil luasan segmentasi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Luas Kelas Vegetasi

No.	Kelas	Luas (ha)	Presentase %	Jumlah segmen
1.	Kehijauan sangat rendah	9383,478	10,89	38
2.	Kehijauan Rendah	37762,337	43,84	260
3.	Kehijauan Sedang	24532,175	28,48	147
4.	Kehijauan Tinggi	14454,157	16,78	100
Total		86132,147	100	545

Kelas kehijauan sangat rendah mempunyai luasan 9383,478 ha atau 10,89% dari luas total wilayah dan memiliki 38 segmen. Kelas ini tidak tersebar ke semua kecamatan. Kelas kehijauan rendah mempunyai luasan 37762,337 ha atau sebesar 28,48% dari luas total wilayah dan memiliki 260 segmen. Kelas ini tersebar ke semua kecamatan.

Kelas kehijauan sedang memiliki luasan 24532,175 hektar atau sebesar 28,48% dari total luas wilayah dan memiliki 147 segmen. Kelas ini tersebar ke semua kecamatan. Kelas kehijauan sedang memiliki luasan 14454,157 hektar atau sebesar 16,78 % dari total luas wilayah dan memiliki 100 segmen. Kelas ini tersebar ke semua kecamatan.

IV.3 Hasil Penilaian Akurasi Klasifikasi dengan NDVI dan Segmentasi

Penilaian akurasi *NDVI* dilakukan menggunakan perangkat lunak ENVI sedangkan untuk Segmentasi menggunakan perangkat lunak Ecognition. Perhitungan akurasi hasil klasifikasi dapat dihitung matriks kesalahan atau *confusion matrix*. Melalui matriks konfusi didapatkan nilai *Overall Accuracy* dan *Kappa Accuracy*. Perhitungan ini digunakan untuk melihat seberapa akurat hasil kelas yang dibuat oleh penulis. Hasil akurasinya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Nilai *Overall* dan *Kappa Accuracy*

	<i>Overall Accuracy</i>	<i>Kappa Accuracy</i>
<i>NDVI</i>	94,79%	92,5%
Segmentasi	97,97%	96,9%

Perhitungan *Overall Accuracy* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 OA &= \frac{12+71+33+66}{192} \times 100\% \\
 &= \frac{182}{192} \times 100\% \\
 &= 94,79\%
 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk *Kappa Accuracy* adalah sebagai berikut :

$$\text{Perkalian piksel} = (18 \times 13) + (71 \times 75) + (37 \times 39) + (66 \times 67) = 11424$$

$$\begin{aligned}
 KA &= \frac{(182 \times 192) - 11424}{(192)^2 - 11424} = 0,925 \times 100\% \\
 &= 92,5\%
 \end{aligned}$$

Kappa Accuracy digunakan karena memperhitungkan semua elemen dalam matriks kesalahan yang telah dibuat. Semakin tinggi akurasinya, baik *overall accuracy* dan koefisien *Kappa*, menunjukkan bahwa hasil pengklasifikasian yang dilakukan semakin baik.

IV.4 Hasil dan Analisis Perbandingan NDVI dan Segmentasi

IV.4.1 Hasil dan Analisis Perbandingan Luasan NDVI dan Segmentasi

Pada kelas kehijauan sangat rendah mengalami perbedaan dengan hasil *NDVI* yaitu sebesar 17819,742 ha. Hal ini terjadi karena pada segmentasi, kelas kehijauan sangat rendah ada beberapa yang masuk ke dalam kelas badan air karena peneliti mengasumsikan bahwa citra yang berwarna gelap adalah badan air. Padahal tidak semuanya adalah badan air, bisa saja sawah yang telah habis masa panen atau tanah kering yang berwarna coklat gelap.

Pada kelas kehijauan rendah, perbedaan luas dengan hasil *NDVI* yaitu sebesar 492,329 ha. Perbedaan luasnya tidak terlalu besar karena kelas ini mudah diidentifikasi pada proses segmentasi, yaitu terdiri dari persawahan vegetatif yang berwarna hijau kekuningan (warna hijau sedikit) dan lapangan.

Luas vegetasi pada kelas ini mengalami perbedaan dengan hasil *NDVI* yaitu sebesar 8906,248 ha. Hal ini terjadi karena pada segmentasi bergantung pada analisis saat mengambil sampel dan sampel yang diambil belum tentu benar karena hanya dilihat secara visual saja. Tetapi pada *NDVI*, sistem secara otomatis

akan mendeteksi kerapatan masing-masing kelas sehingga didapatkan data yang akurat. Vegetasi yang masuk ke dalam kelas ini adalah sawah generatif dan kebun.

Pada kelas kehijauan tinggi, mengalami perbedaan dengan hasil *NDVI* yaitu sebesar 3035,731 ha. Perbedaan luasnya lebih kecil dari kelas kehijauan sedang karena vegetasi dengan kehijauan tinggi mudah diidentifikasi oleh analisis dan kenampakan pada citra sangat jelas yaitu berwarna hijau dan rapat. Sehingga mudah untuk dianalisis dan hasil luasannya tidak berbeda jauh.

IV.4.2 Hasil dan Analisis Validasi

Kedua data yang telah diklasifikasi *NDVI* dan Segmentasi kemudian dilakukan validasi lapangan. Hasil validasi dapat dilihat pada Tabel 9 dan Tabel 10.

Tabel 9 Hasil Kesesuaian Klasifikasi *NDVI*

No	Keterangan	Jumlah Sampel	Presentase
1	Sesuai	40	88,9%
2	Tidak Sesuai	5	11,1%
Jumlah		45	100%

Tabel 10 Hasil Kesesuaian Klasifikasi Metode Segmentasi



No	Keterangan	Jumlah Sampel	Presentase
1	Sesuai	21	46,7%
2	Tidak Sesuai	24	53,3%
Jumlah		45	100%

Berdasarkan hasil validasi tersebut menunjukkan bahwa tingkat akurasi dari sebaran vegetasi dengan *NDVI* adalah sebesar 88,9% sesuai. Kemudian untuk tingkat akurasi hasil klasifikasi metode segmentasi sebesar 46,7%. Presentase hasil yang didapatkan dipengaruhi oleh pemilihan lokasi titik pada hasil klasifikasi oleh penulis dan waktu validasi yang berjarak 9 bulan dengan akuisisi citra yang digunakan, sehingga untuk beberapa kelas ada yang tidak sesuai.

IV.5 Hasil Perhitungan Kerapatan Vegetasi

Hasil kerapatan vegetasi dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Hasil Kerapatan Vegetasi dengan Rumus Densitas

Jenis Vegetasi	Jarak	Kerapatan	Validasi Lapangan
Pohon jati, pohon pisang, pohon mangga	2-3 m	0,733	
Pohon jati, pohon pisang, pohon mangga	2-3 m	0,735	

Hasil kerapatan dengan dua metode diatas memiliki sedikit perbedaan. Perbedaan yang signifikan terjadi apabila dalam satu wilayah hanya terdapat sedikit tumbuhan, karena perhitungan menggunakan rumus sangat memperhatikan jumlah tumbuhan dalam satu wilayah tersebut. Sedangkan apabila menggunakan kamera yang kemudian dilanjutkan dengan *band threshold* tidak memperhatikan jumlah tumbuhan melainkan besarnya kanopi. Semakin rapat suatu vegetasi maka cakupan kanopinya semakin besar dan langit semakin tidak terlihat karena tertutup oleh kanopi tersebut.

V. Kesimpulan dan Saran

V.1 Kesimpulan

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

1. Pada proses *NDVI* didapatkan hasil sebaran vegetasi berupa vegetasi dengan kehijauan sangat rendah seluas 27203,221 hektar, sedangkan untuk vegetasi dengan kehijauan rendah sebesar 38254,666 hektar, vegetasi dengan kehijauan sedang sebesar 15625,927 hektar dan untuk vegetasi dengan kehijauan tinggi sebesar 11418,427 hektar. Total luas wilayah keseluruhan adalah sebesar 92502,243 hektar. Pola persebaran vegetasinya merata keseluruh wilayah dengan luasan yang berbeda-beda.
2. Pada proses segmentasi didapatkan hasil sebaran vegetasi berupa vegetasi dengan kehijauan sangat rendah seluas 9383,478 hektar, sedangkan untuk vegetasi dengan kehijauan rendah sebesar 37762,337 hektar, vegetasi dengan kehijauan sedang sebesar 24532,175 hektar dan untuk vegetasi dengan kehijauan tinggi sebesar 14454,157 hektar. Total luas wilayah keseluruhan adalah sebesar 86132,149 hektar. Total luasnya berbeda karena ada beberapa wilayah yang masuk ke badan air sehingga tidak dihitung luasnya. Pola persebaran vegetasinya merata keseluruh wilayah untuk beberapa kelas dengan luasan yang berbeda-beda.
3. Berdasarkan hasil validasi, pada klasifikasi *NDVI* didapatkan hasil kesesuaian klasifikasi sebesar 88,9% dan untuk Segmentasi adalah sebesar 46,7%. Hal tersebut terjadi karena perbedaan akuisisi perekaman citra dan validasi lapangan yang berjarak 9 bulan. Total luas wilayah Demak pada hasil *NDVI* dan segmentasi mengalami perbedaan. Perbedaan tersebut terjadi karena kelas yang tidak terklasifikasi pada proses *NDVI* tetap dihitung luasnya pada proses segmentasi Perbedaan luas yang signifikan terjadi pada kelas kehijauan sedang. Hal tersebut terjadi karena pada *NDVI* pengkelasannya berdasarkan kerapatan piksel, sedangkan pada segmentasi berdasarkan hasil

interpretasi citra sesuai dengan kriteria keserupaan tingkat keabuan dari satu piksel dengan tingkat keabuan piksel yang lain dengan mempertimbangkan informasi spektral, spasial dan tekstur objek. Kerapatan vegetasi pada Kabupaten Demak adalah bervariasi. Hasil kerapatan dengan dua metode diatas memiliki sedikit perbedaan. Perbedaan yang signifikan terjadi apabila dalam satu wilayah hanya terdapat sedikit tumbuhan, karena perhitungan menggunakan rumus sangat memperhatikan jumlah tumbuhan dalam satu wilayah tersebut. Sedangkan apabila menggunakan kamera yang kemudian dilanjutkan dengan *band threshold* tidak memperhatikan jumlah tumbuhan melainkan besarnya kanopi. Semakin rapat suatu vegetasi maka cakupan kanopinya semakin besar dan langit semakin tidak terlihat karena tertutup oleh kanopi tersebut.

V.2 Saran

Pada penelitian ini, penulis mengajukan saran untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Jarak antara validasi lapangan dengan tahun akuisisi citra sebaiknya tidak terlalu jauh agar hasil validasinya sesuai.
2. Perhitungan kerapatan vegetasi sebaiknya menggunakan alat yaitu LAI Li COR 2000 agar hasilnya lebih akurat.

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=vi ewarticl e&article=286393> pada tanggal 17 November 2016.
- Danoedoro. P. 1996. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Fadhly, A. 2010. *Pemanfaatan Teknik Penginderaan Jauh Untuk Identifikasi Kerapatan Vegetasi Daerah Tangkapan Air Rawa Pening*. Skripsi: Universitas Negeri Semarang.
- Hakim, R. 2000. *Arsitektur lansekap manusia, alam dan lingkungan*. Universitas Trisakti. Jakarta. 203 hlm.
- Hezim, F. 2013. *Praktikum Analisis Vegetasi Metode*. <https://faisolhezim1994.blogspot.co.id/2013/11/praktikum-analisis-vegetasi metode.html>/diakses pada 10 Oktober 2017.
- Indriyanto, 2006. *Bentuk pertumbuhan, penggolongan tumbuhan menurut bentuk pertumbuhannya, habitat atau menurut karakteristik lainnya*. (Indriyanto.2006:139-142)
- Jaya, I. N. S. 2007. *Analisis Citra Digital: Perspektif Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam*. Bogor. Departemen Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan IPB.
- Julzarika, A dan Carolita, I. 2015. *Klasifikasi Penutup Lahan Berbasis Objek Pada Citra Satelit Spot Dengan Menggunakan Metode Tree Algorithm*. <file:///C:/Users/USER/Downloads/220-352-1-SM.pdf>/ diakses pada 3 Desember 2017.
- Kusumowidagdo, Mulyadi dan Tjaturahono B.S, Banowati E, Dewi L.S. 2007. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi*. Semarang: LAPAN-UNNES.
- Lillesand, T.M., dan Kiefer, R.W. 2000. *Remote Sensing and Image Interpretation*. Madison. John Wiley and Sons Inc.
- Purwadhi, Sri H. dan Tjaturrahono B.S. 2008. *Pengantar Interpretasi Citra Penginderaan Jauh*. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional dan UNNES.
- Putra, E.H. 2011. *Penginderaan Jauh dengan ERMapper*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Riswanto, E. (2009). *Evaluasi Akurasi Klasifikasi Penutupan Lahan Menggunakan Citra Alos Palsar Resolusi Rendah Studi Kasus Di Pulau Kalimantan*. Tidak dipublikasi. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Rohman, F dan Sumberartha, I. 2001. *Petunjuk Praktikum Ekologi Tumbuhan*. JICA. Malang.
- Satelit, C. 2016. *Sentinel 2-A*. <https://citratsatelit.wordpress.com/2016/09/21/sentinel-2a-10-meter/>diakses pada 24 Juli 2017.
- Setiani, A. 2016. *Parameter Segmentasi Berbasis Algoritma Multiresolusi untuk Identifikasi Kawasan Industri Antara Citra Satelit Sentinel-2 dan ALOS Palsar (Studi Kasus : Kecamatan Tugu dan Genuk, Kota Semarang)*. Skripsi : Universitas Diponegoro.
- Setiani, Y. 2012. *Segmentasi Citra*. <http://yunisetianiyuni.blogspot.co.id/2012/09/segmentasi-citra.html>/diakses pada 10 Agustus 2017
- Soedjoko, S.A. 2003. *Peran Vegetasi Dalam Pengendalian Erosi dan Longsor*. <https://bappeda.wonosobokab.go.id/peran-vegetasi-dalam-pengendalian-erosi-dan-longsor/>diakses pada 23 Agustus 2017.
- Solichin, A. 2017. *Mengukur Kinerja Algoritma Klasifikasi Dengan Confusion Matrix*. <http://achmatim.net/2017/03/19/mengukur-kinerja-algoritma-klasifikasi-dengan-confusion-matrix/>diakses pada 9 Oktober 2017.
- Trimble eCognition Developer. 2013. *Reference Book*. Munchen. eCognition.