

**STUDI PERUBAHAN TUTUPAN VEGETASI PULAU JAWA
MENGUNAKAN CITRA MODIS MULTITEMPORAL**

Gun Gun Gunawan Hudman ¹
Dewi Kania Sari ¹, Ketut Wikantika ²

¹Jurusan Teknik Geodesi – Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

²Departemen Teknik Geodesi – Institut Teknologi Bandung

ABSTRAK

Vegetasi merupakan salah satu struktur penyangga terbesar di dalam unit ekologis biosfer. Penginderaan jauh saat ini menjadi perangkat penting untuk memantau perubahan yang sangat cepat di dalam biosfer termasuk perubahan tutupan vegetasi. Salah satu sensor yang dapat digunakan untuk memantau perubahan tutupan vegetasi adalah MODIS (Moderate resolution Imaging Spectrometer). Pemantauan vegetasi dapat dilakukan dengan jalan transformasi spektral melalui pembuatan citra NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Perubahan perubahan tutupan vegetasi Pulau Jawa dilakukan berdasarkan tingkat kehijauan vegetasi yang didapat dari citra NDVI MODIS pada bulan Mei - Juli 2003. Metode deteksi perubahan yang digunakan adalah image differencing. Hasil analisis citra menunjukkan bahwa nilai indeks vegetasi untuk bulan Mei cenderung merata di seluruh daerah di Pulau Jawa dimana indeks vegetasi tinggi menyebar sangat rapat, terkecuali di beberapa wilayah perkotaan. Pada bulan Juni terjadi sedikit penurunan nilai NDVI untuk wilayah Jawa Barat bagian selatan dan wilayah perbatasan antara Jawa Tengah dan Jawa Timur. Pada bulan Juli terjadi penurunan nilai NDVI yang cukup signifikan di seluruh wilayah Pulau Jawa. Karakteristik perubahan cenderung berpola terutama ke wilayah utara untuk Jawa Barat, sedangkan untuk wilayah Jawa Tengah berpola menyebar terutama ke wilayah utara dan selatan, dan untuk wilayah lain di provinsi ini cenderung tersebar secara acak. Untuk wilayah Jawa Timur perubahan yang terjadi cenderung berada di tengah-tengah wilayah.

Keywords: MODIS, NDVI, image differencing, tutupan vegetasi

ABSTRACT

Vegetation is one of the biggest supporting structures in biosphere ecological unit. Nowadays remote sensing is an important tool in monitoring rapid changes of biosphere including vegetation cover. One of sensors that can be used for monitoring vegetation cover change is MODIS (Moderate resolution Imaging Spectrometer). Vegetation cover monitoring can be accomplished by spectral transformation by creating NDVI image. A study concerning the vegetation cover change of Java Island has been accomplished in this research based on vegetation cover level taken from multi dates MODIS image data of May, June, and July 2003. Change detection method used in this study was image differencing method. Image analysis results showed that vegetation cover in May tend to be spread evenly throughout all areas in Java Island where the high vegetation index is generally dispersed densely, except in several urban areas. On June, NDVI values decreased slightly in southern part of West Java and in boundary area between Central Java and East Java. A significant decrease of NDVI values occurred on July throughout the island. In West Java the change patterns tend to lead to the northern part while in Central Java it scattered in the northern and southern parts and spread randomly in the middle part. In East Java the changes occurred in the center of the area.

Keywords: MODIS, NDVI, image differencing, vegetation cover

PENDAHULUAN

Vegetasi merupakan salah satu struktur penyangga terbesar di dalam unit ekologis biosfer. Hutan tropis, padang rumput, gurun, dan sebagainya merupakan bagian dari vegetasi yang menyangga struktur ekologis planet ini (Kehati, 2003). Di antara negara-negara yang memiliki vegetasi yang beraneka ragam, Indonesia patut berbangga dengan luas hutan tropis terbesar ketiga di dunia yang dikeluarkan oleh *Global Forest Watch* (GFW), setelah Brasil dan Republik Demokrasi Kongo (Sinar Harapan, 2003).

Tutupan vegetasi di Indonesia membentang dari Sabang sampai Merauke. Pulau Jawa merupakan salah satu pulau di Indonesia yang memiliki tutupan vegetasi yang terhitung kecil, dengan penduduk terpadat. Hal ini mengindikasikan tingkat ekspansi manusia yang tinggi sehingga menyebabkan penurunan tutupan vegetasi. Untuk menjaga keseimbangan ekosistem, kondisi tutupan vegetasi di Pulau Jawa perlu diamati secara berkesinambungan. Dengan cara ini maka perubahan, masalah, dan fenomena yang terjadi pada tutupan vegetasi dapat dikaji.

Saat ini pemantauan tutupan vegetasi sangat mudah dilakukan, dengan berkembangnya teknologi penginderaan jauh (*remote sensing*), sebagai bagian dari teknologi geoinformasi yang dapat merekam obyek secara terperinci di permukaan Bumi dalam tutupan yang luas (Wikantika, 2003). Hal ini ditunjang oleh kapabilitasnya yang multisensor (wahana dan sensor yang berbeda), multiresolusi (ketelitian tematik dan spasial yang beragam), dan multitemporal (informasi dapat ditampilkan dalam beberapa waktu pengamatan yang berbeda).

Melalui program EOS (*Earth Observing System*), pada bulan Desember 1999, NASA meluncurkan wahana Terra yang membawa sensor MODIS (*Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer*) yaitu salah satu sensor yang dapat melakukan

pemantauan terhadap indeks vegetasi dan proses biofisika dari vegetasi dalam skala global. Sensor ini memiliki keunggulan dibandingkan sensor lainnya ditinjau dari aspek resolusi spasial karena mempunyai multiresolusi, yaitu 250 m (*band 1 dan 2*), 500 m (*band 3-7*), dan 1 km (*band 8-36*) (MODISweb, 2004).

Indeks vegetasi yang umum digunakan adalah NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) yang dihitung dari sinar tampak dan inframerah yang dipantulkan oleh vegetasi (Weier & Herring, 2001). Secara matematis nilai NDVI dihitung berdasarkan: (Uebelherr, 2002)

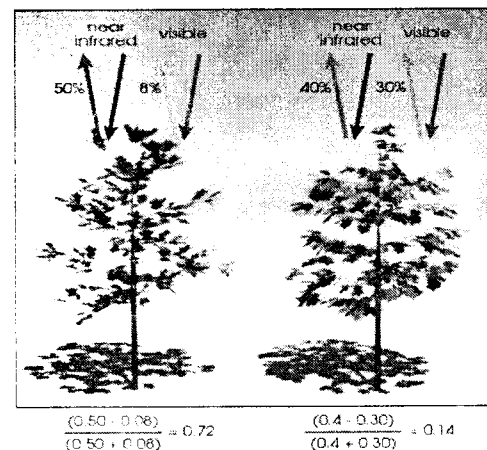
$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) \quad (1)$$

dengan:

NIR = radiasi sinar inframerah dekat

R = radiasi sinar tampak (merah)

Nilai NDVI suatu piksel akan berkisar dari minus satu (-1) hingga plus satu (+1). Nilai 0 berarti tidak ada vegetasi sedangkan dekat ke +1 (0,8-0,9) mengindikasikan kerapatan kehijauan vegetasi tertinggi. Gambar 1 mengilustrasikan contoh perhitungan NDVI.



Gambar 1 Contoh Perhitungan NDVI
(Weier & Herring, 2001)

Untuk mengetahui kerapatan serta karakteristik perubahan tutupan vegetasi di Pulau Jawa, dalam penelitian ini dilakukan analisis perubahan tutupan vegetasi Pulau Jawa berdasarkan tingkat kehijauan vegetasi yang didapat dari citra multitemporal NDVI MODIS bulan Mei,



Juni, dan Juli tahun 2003 menggunakan metode *image differencing*.

Daerah Studi dan Data

Daerah studi adalah Pulau Jawa yang secara geografis terletak pada posisi 105°11' BT - 114°39' BT dan 5°51' LS - 8° 48' LS dengan luas daratan kira-kira 132.000 km². Pada Tahun 1995, Jawa berpenduduk hampir 114 juta jiwa, dengan kepadatan penduduk rata-rata 862 orang/km² dengan kisaran 40.000 orang/km² di beberapa tempat di Jakarta sampai hampir 0 (nol) orang/km² di tempat lain yang tak berpenghuni (BPS, 2003). Curah hujan di Pulau Jawa ditentukan oleh topografi dan ketinggian suatu daerah, oleh karena itu di daerah pegunungan curah hujan juga lebih besar daripada dataran rendah (Kehati, 2003).

Dilihat dari tutupan vegetasinya, tidak ada data pasti mengenai vegetasi di Pulau Jawa. Pada tahun 1950 Dinas Kehutanan pernah menerbitkan peta tutupan vegetasi di seluruh kepulauan di Indonesia. Tercatat hanya seluas 5.070.000 ha vegetasi yang menutupi Pulau Jawa (Walhi, 1998). Memasuki tahun 1970-an vegetasi di Indonesia khususnya di Pulau Jawa mengalami eksploitasi besar-besaran. Menteri Kehutanan mengutarakan bahwa luas hutan (vegetasi tinggi) di Pulau Jawa hanya sekitar 20% dari luas daratan (Kompas, 2002). Laju penurunan vegetasi di Indonesia khususnya Pulau Jawa diduga sekitar 600.000 sampai dengan 1.600.000 ha/tahun (Sinar Harapan, 2003).

Dalam penelitian ini digunakan data citra MODIS dengan karakteristik sebagai berikut:

- Data *surface reflectance* citra MODIS Level 3 (*geometric correction, atmospheris/haze correction, bad line correction*),
- Komposit 32 hari, dari perolehan bulan Mei, Juni, dan Juli tahun 2003,
- Resolusi spasial 500 m,
- Data citra terdiri dari 7 *band* seperti diperlihatkan pada Tabel 1.

Selain itu, untuk keperluan validasi digunakan pula data citra SPOT Vegetation (<http://www.spot-vegetation.com>) wilayah Australasia dengan resolusi spasial 1 km.

Tabel 1 Data *Band* Citra MODIS yang Diteliti

<i>Band</i>	Panjang Gelombang (μm)	Keterangan
1	0,620 - 0,670	<i>Red</i>
2	0,841 - 0,876	<i>Near-Infrared</i>
3	0,459 - 0,479	<i>Blue</i>
4	0,545 - 0,565	<i>Green</i>
5	1,230 - 1,250	<i>Short wave infrared</i>
6	1,628 - 1,652	<i>Short wave infrared</i>
7	2,105 - 2,155	<i>Short wave infrared</i>

Sumber: MODISweb, 2004

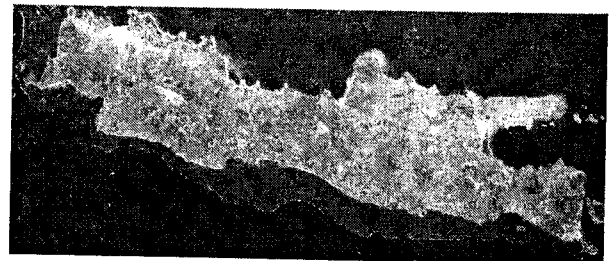
METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian secara skematik diperlihatkan pada Gambar 2.

Preprocessing

(1) *Pemotongan Citra Modis*

Pemotongan citra tahap awal dimaksudkan agar pengolahan citra digital dapat lebih terfokus pada daerah studi dan penyimpanan citra lebih efisien. Pemotongan ini dilakukan dengan mengambil sampel citra pada bulan Mei untuk dijadikan acuan pemotongan citra bulan yang lain. Hasil pemotongan citra MODIS bulan Mei dapat dilihat pada Gambar 3.

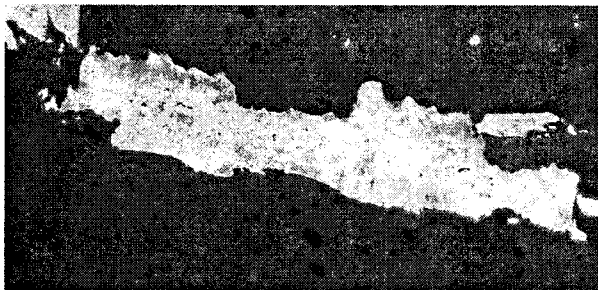


Gambar 3
Citra MODIS Bulan Mei Hasil Pemotongan

(2) *Pemotongan Citra SPOT Vegetation*

Citra SPOT Vegetation yang didapat belum terkoreksi geometrik sehingga

dilakukan pemotongan berdasarkan baris dan kolom piksel. Pemotongan ini dilakukan dengan mengambil citra SPOT bulan Mei sebagai acuan untuk pemotongan citra SPOT bulan-bulan yang lain. Hasil pemotongan citra SPOT Vegetation bulan Mei dapat dilihat pada Gambar 4.



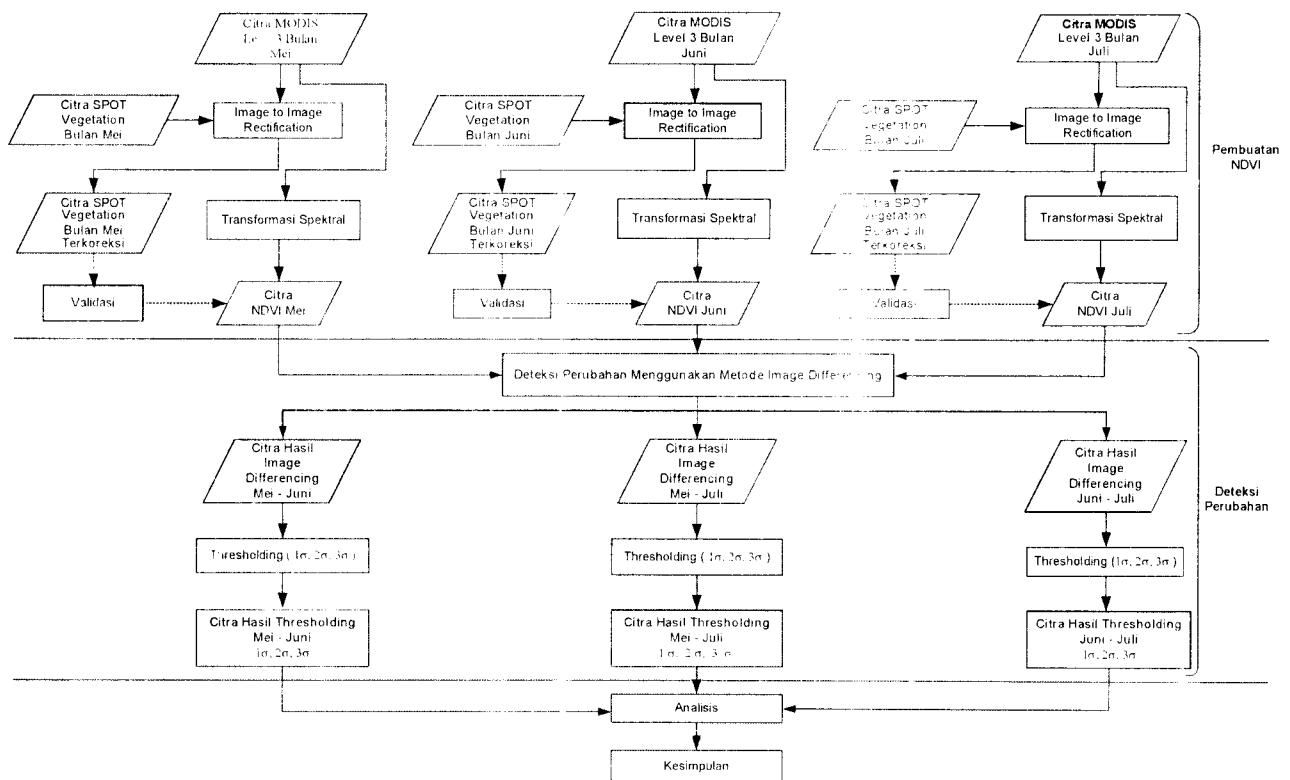
Gambar 4 Citra SPOT Vegetation Bulan Mei Hasil Pemotongan dalam Warna Greyscale

(3) Registrasi Citra SPOT Vegetation ke Citra MODIS

Proses ini dilakukan untuk mendapatkan citra SPOT Vegetation hasil komposit yang bergeoreferensi, dimana citra MODIS dijadikan sebagai referensi acuan. Tujuan dari proses ini adalah supaya pada waktu dilakukan validasi citra MODIS terhadap citra SPOT Vegetation maka kedua citra terdefinisi pada sistem referensi yang sama (datum geodetik dan sistem proyeksi).

NDVI

Pada tahap ini dibuat citra NDVI dari data yang sudah disimpan dalam format 8 bit dengan cara memasukkan *band 1 (Red)* dan *2 (Near-InfraRed)* ke dalam Pers. (1). Adapun data citra yang digunakan adalah citra bulan Mei, Juni, dan Juli 2003. Hasil transformasi spektral dalam bentuk citra NDVI ini diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 2 Diagram Alir Tahapan Penelitian



(a)



(b)



(c)

Gambar 5 Citra NDVI Bulan Mei (a), Juni (b), Juli (c) Warna Pseudo Greylevel

Deteksi Perubahan

(1) Image Differencing

Image differencing merupakan salah satu metode untuk mendeteksi perubahan tutupan lahan yang sering digunakan. *Image differencing* adalah proses pengurangan nilai digital piksel dari citra yang terakam pada waktu ke-1 dengan waktu yang ke-2. Hasil pengurangan ini akan menghasilkan nilai positif dan negatif yang menggambarkan area yang berubah, sedangkan nilai nol menggambarkan area yang tidak berubah. Secara matematis, formula NDVI *image differencing* dijabarkan sebagai berikut (Sader, 2001)

$$\Delta NDVI_{(1,2)} = NDVI(1) - NDVI(2) \quad (2)$$

dengan:

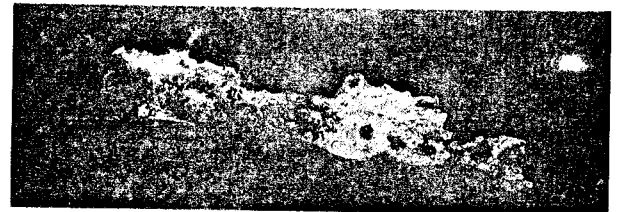
$\Delta NDVI_{(1,2)}$: Perubahan NDVI pada rentang waktu ke-1 waktu ke-2

NDVI (1) : Citra NDVI waktu ke-1

NDVI (2) : Citra NDVI waktu ke-2

Pada proses ini dilakukan pengurangan nilai NDVI dari tiap bulan citra yang telah diolah. Citra yang digunakan adalah 2 *band*

citra yang berbeda waktu yang sudah *dioverlay*, yaitu citra NDVI bulan ke-1 dan citra NDVI bulan ke-2, sehingga dapat dilakukan proses *image differencing*. Proses ini dilakukan dengan menggunakan Persamaan (2). Hasil *image differencing* diperlihatkan pada Gambar 6



(a)



(b)

Gambar 6 Citra Hasil *Image Differencing* Mei-Juni (a) dan Juni-Juli (b)

(2) Thresholding

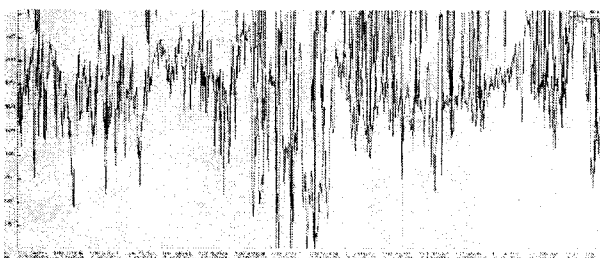
Thresholding adalah suatu proses yang dilakukan untuk menyaring seberapa besar nilai perbedaan yang dianggap telah menunjukkan terjadinya suatu perubahan secara signifikan (Agustiansyah, 2004). Proses ini dilakukan untuk membuat nilai batas bawah dan batas atas dari perubahan yang terjadi, dengan cara menambahkan (untuk nilai batas atas) dan mengurangi (untuk nilai batas bawah) nilai rata-rata (m) dengan nilai simpangan baku (s). Nilai m dan s didapat dari nilai statistik citra, yang dihitung berdasarkan distribusi nilai piksel pada daerah yang diteliti tiap bulannya. Dalam penelitian ini digunakan nilai-nilai batas $m \pm s$, $m \pm 2s$, dan $m \pm 3s$.

(3) Validasi

Proses ini dilakukan untuk mengecek sampai sejauh mana citra NDVI MODIS yang dibuat berkorelasi dengan citra SPOT Vegetation yang sudah dianggap benar. Adapun metode pengecekan ini dilakukan dengan cara

pembuatan profil NDVI tiap lokasi yang sama pada citra SPOT dan MODIS. Cara lain yang ditempuh adalah membuat *scatterplot* dari beberapa kelas tutupan lahan yaitu hutan, perairan, dan permukiman, sehingga akan diketahui korelasi antara nilai NDVI tutupan lahan yang diperlihatkan oleh citra MODIS dan citra SPOT.

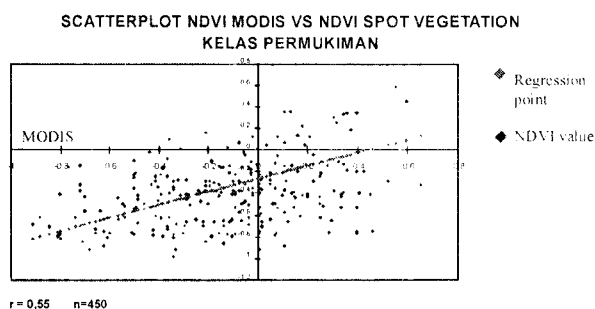
Untuk melihat sampai sejauh mana korelasi antara citra NDVI MODIS dan NDVI SPOT, baik secara visual maupun secara numerik, dibuat grafik perbandingan nilai NDVI dari citra MODIS dan SPOT yang merepresentasikan *trend* data NDVI dari kedua citra. Contoh hasil perbandingan diperlihatkan pada Gambar 7.



Keterangan:
 — : Nilai NDVI MODIS
 - - - : Nilai NDVI SPOT

Gambar 7 Grafik Perbandingan Nilai NDVI MODIS dan SPOT Bulan Mei

Cara lain yang digunakan pada proses ini adalah dengan membuat *scatterplot* yang diwakili oleh beberapa kelas tutupan lahan pada citra Modis dan SPOT. Adapun kelas tutupan lahan tersebut meliputi hutan, perairan, dan permukiman. Gambar 8 memperlihatkan contoh *scatterplot* yang telah dibuat.



Gambar 8
 Contoh *Scatterplot*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut akan diuraikan analisis terhadap penelitian yang telah dilakukan yang meliputi analisis terhadap data yang digunakan, proses yang dilaksanakan, serta hasil yang didapatkan.

Analisis Data

Sesuai dengan spesifikasinya, sensor MODIS memiliki resolusi temporal 1 sampai 2 hari. Data tiap bulan ini merupakan hasil komposit 32 hari dari data harian yang didapat. Hal ini sangat bermanfaat terutama untuk mengeliminasi tutupan awan yang sangat mempengaruhi ekstraksi informasi nilai NDVI. Akan tetapi walaupun data citra Modis ini sudah dikomposit 32 hari, pengaruh awan tidak bisa seluruhnya dieliminasi.

Data citra SPOT Vegetation adalah hasil komposit 10 harian. Karena resolusi temporal dari citra SPOT Vegetation ini adalah 1 hari, maka pada tiap bulannya terdapat 3 *file* (setiap *file* ini adalah hasil komposit 10 hari). Kekurangan yang terdapat pada citra hasil komposit 10 harian ini adalah masih terdapatnya *null value*, sehingga ekstraksi informasi NDVI masih terbatas.

Analisis Proses

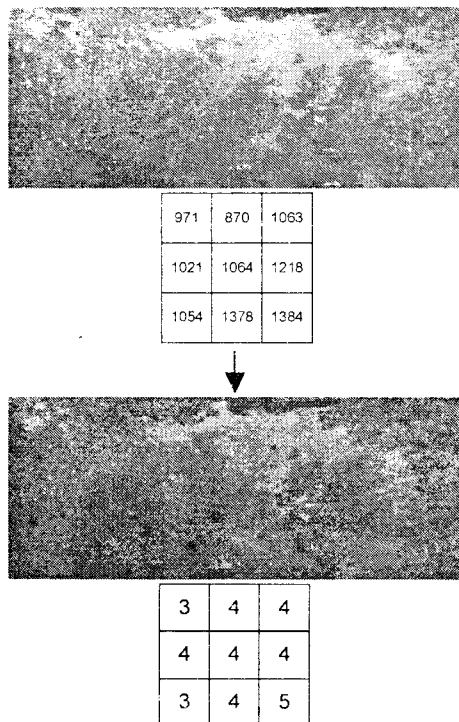
(1) Koreksi Geometrik

Pada proses koreksi geometrik dilakukan registrasi *image to image*. Pada penelitian ini dilakukan registrasi dari citra SPOT ke citra MODIS. Citra yang dijadikan acuan adalah citra MODIS yang sudah terkoreksi geometrik dan mempunyai resolusi spasial yang lebih bagus. Penempatan titik-titik untuk koreksi geometrik ini dilakukan dengan menempatkan titik-titik di tepi-tepi (perimeter) daratan yang berbatasan langsung dengan lautan, karena sejumlah teluk dan tanjung lebih mudah diidentifikasi bila dibanding dengan menempatkan titik di tengah-tengah pulau.

(2) Penyimpanan Citra

Pada proses ini citra MODIS yang mempunyai nilai digital 16 bit disimpan ke

dalam format 8 bit. Hal mendasar yang harus diperhatikan adalah nilai digital citra MODIS ini sebenarnya 8 bit, akan tetapi diubah formatnya ke dalam *surface reflectance* dengan memasukkan beberapa formula penghitungan dan nilai beberapa parameter. Hal ini dilakukan karena perangkat lunak yang digunakan memiliki kemampuan terbatas yaitu hanya dapat memproses citra dalam format 8 bit. Hasil penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Perubahan Visual dan Digital MODIS *Surface Reflectance* 16 Bit (atas) ke 8 Bit (bawah)

(3) Thresholding

Thresholding merupakan suatu proses yang dilakukan untuk mencari daerah mana yang mengalami penurunan dan penambahan indeks vegetasi. *Thresholding* ini sendiri dapat dilakukan setelah didapat simpangan baku dan rata-rata dari perubahan yang terjadi.

Pada proses *thresholding* 1s didapat distribusi dari nilai NDVI yang mengalami perubahan ke arah positif ($> m+s$) dan perubahan ke arah negatif ($< m-s$), serta nilai NDVI yang tidak mengalami perubahan ($m-s < m < m+s$). Untuk *thresholding* 2s koefisien

simpangan baku diganti dari 1 menjadi 2 begitu pun untuk 3s koefisien simpangan baku diubah menjadi 3. Hasil proses ini ditentukan oleh selang yang diambil: distribusi nilai NDVI yang berada pada rentang selang tersebut adalah nilai NDVI yang tidak mengalami perubahan.

Analisis Hasil

(1) Citra NDVI

Citra NDVI merupakan citra yang menggambarkan distribusi nilai NDVI dari suatu wilayah. Dari proses pembuatan citra NDVI ini didapat data statistik yang ditunjukkan pada Tabel 2. Data statistik NDVI tiap bulan memperlihatkan bahwa nilai NDVI berkisar antara -1 yang menunjukkan indeks vegetasi minimum dan +1 yang menunjukkan indeks vegetasi maksimum. Angka -1 ditunjukkan dengan warna hitam dan +1 ditunjukkan dengan warna putih. Pada daratan Pulau Jawa sendiri terdapat nilai *null*. Hal ini mengindikasikan kemungkinan adanya awan, asap, atau bahkan gangguan atmosfer yang menghalangi sewaktu perekaman data, sehingga didefinisikan *null*.

Nilai rata-rata NDVI tiap bulan mengalami penurunan. Hal ini mengindikasikan terjadinya penurunan indeks vegetasi yang disebabkan oleh pembukaan lahan dan musim kemarau yang berkepanjangan. Menurut catatan Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG), pada bulan Mei tahun 2003 telah dibuat hujan buatan untuk mengatasi kekeringan lahan. Akan tetapi, hujan buatan tidak dapat dilakukan terus menerus seiring adanya beberapa keterbatasan. Puncak musim kemarau berkepanjangan terjadi pada akhir bulan Juni dan Juli 2003. Pengaruh musim kemarau tampak sekali pada akhir bulan Juni menuju Juli, hal ini dibuktikan dengan menurunnya nilai indeks vegetasi rata-rata dari bulan Mei ke bulan Juni. Hal ini didukung dengan laporan dari BMG bahwa pada bulan Juli angin kencang yang mengakibatkan terjadinya musim kemarau bergerak dari arah Jawa Timur menuju Jawa Barat, serta curah



hujan berada di bawah normal (BPS, 2004).

(2) *Image Differencing*

Dari proses *image differencing* didapatkan daerah-daerah yang mengalami penambahan dan pengurangan nilai indeks vegetasi di seluruh Pulau Jawa. Tabel 3 memperlihatkan data statistik hasil *image differencing*. Dari statistik tersebut tampak bahwa nilai indeks berkisar antara -2 (indeks minimum) sampai dengan +2 (indeks maksimum).

Tabel 2
Statistik Nilai NDVI

Properties	NDVI MEI	NDVI JUNI	NDVI JULI
Null Cells	3014	2781	2908
Non-Null Cells	501244	501477	501350
Area in hectares	12531100	12536925	12533750
Minimum	-1.000	-1.000	-1.000
Maximum	1.000	1.000	1.000
Mean	0.943	0.898	0.820
Median	0.992	0.992	0.828
Std. Dev.	0.138	0.177	0.209
Std. Dev. (n-1)	0.138	0.177	0.209
Corr. Eigenval.	1.000	1.000	1.000
Cov. Eigenval.	0.019	0.031	0.044

Tabel 3
Hasil Statistik *Image Differencing*

	Mei-Juni	Mei-Juli	Juni-Juli
Null Cells	308206	208885	214931
Non-Null Cells	193090	295403	289327
Area In Hectares	4827250	7385075	7233175
Minimum	-2.000	-2.000	-2.000
Maximum	2.000	2.000	2.000
Mean	0.115	0.208	0.135
Median	0.172	0.188	0.172
Std. Dev.	0.235	0.214	0.208
Std. Dev. (n-1)	0.235	0.214	0.208
Corr. Eigenval.	1.000	1.000	1.000
Cov. Eigenval.	0.055	0.046	0.043

Rata-rata perubahan terkecil terjadi pada rentang waktu Mei-Juni. Hal tersebut terjadi dikarenakan nilai NDVI pada bulan Mei dan Juni tidak mengalami perubahan secara signifikan apabila mengacu pada data

sekunder antara lain laporan cuaca dan adanya hujan buatan. Perubahan yang terjadi pun tidak terlalu signifikan. Pada rentang waktu Juni-Juli hanya terjadi kenaikan rata-rata perubahan sebesar 0,002, dikarenakan pada bulan tersebut sedang terjadi puncak musim kemarau sebagaimana yang dilaporkan oleh BMG.

(3) *Thresholding*

Setelah melakukan proses *image differencing*, maka diketahui daerah mana saja yang telah mengalami perubahan, baik perubahan ke arah positif (penambahan nilai indeks vegetasi) maupun ke arah negatif (pengurangan nilai indeks vegetasi). Untuk mengetahui daerah mana yang mengalami perubahan positif dan negatif, maka dilakukan proses *thresholding* yang menggunakan rata-rata (μ) dan simpangan baku (σ) perubahan, yang telah diketahui sebelumnya pada proses *image differencing*.

Batas atas dan batas bawah yang digunakan pada proses *thresholding* ini adalah 1 σ , 2 σ , 3 σ . Ketiga nilai batas tersebut digunakan pada semua rentang waktu yang diteliti. Nilai batas tersebut disajikan pada Tabel 4. Dari hasil *thresholding* didapat daerah-daerah yang mengalami penurunan dan penambahan nilai indeks vegetasi beserta luasan areanya yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 4
Nilai Batas Proses *Thresholding*

Bulan	1 σ	2 σ	3 σ
Mei - Juni	$-0.12 < \mu < 0.35$	$-0.355 < \mu < 0.585$	$-0.59 < \mu < 0.82$
Juni - Juli	$-0.173 < \mu < 0.343$	$-0.281 < \mu < 0.551$	$-0.489 < \mu < 0.759$
Mei - Juli	$-0.036 < \mu < 0.422$	$-0.22 < \mu < 0.636$	$-0.434 < \mu < 0.85$
(Mei-Juni) + (Juni-Juli)	$-0.325 < \mu < 0.427$	$-0.701 < \mu < 0.803$	$-1.077 < \mu < 1.179$

Tabel 5
Luasan Hasil Proses *Thresholding*

	1 σ		2 σ		3 σ	
	Luas (ha ²)	%	Luas (ha ²)	%	Luas (ha ²)	%
Indeks Vegetasi Mei - Juni						
Pengurangan	2560969.55	20	279236.43	2	133085	1
Penambahan	1192185.58	10	266335.79	2	135498	1
Tetap	8784669.87	70	11991352.78	96	12268342	98
Indeks Vegetasi Mei - Juli						
Pengurangan	2588700.65	21	913531.76	7	202915	2
Penambahan	2787453.73	22	445196.92	4	145992	1
Tetap	7160770.63	57	11178196.32	89	12188108	97
Indeks Vegetasi Juni - Juli						
Pengurangan	2876509.76	23	552729.99	4	209906	2
Penambahan	2259443.03	18	383773.23	3	108282	1
Tetap	7400972.22	59	11600421.78	93	12218737	97



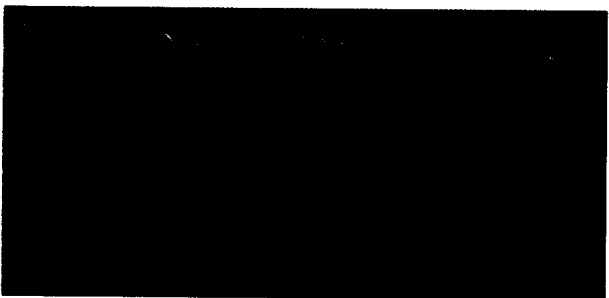
Untuk mengecek hasil *threshold* yang paling mendekati maka dilakukan pencocokan hasil *threshold* citra MODIS dengan data sekunder. di antaranya adalah laporan LAPAN (LAPAN, 2004). Setelah dicocokkan berdasarkan lokasi pengurangan indeks vegetasi LAPAN dengan hasil *threshold* maka nilai batas yang paling mendekati adalah 2σ . Hasil *threshold* dapat dilihat pada Gambar 10.



1σ



2σ



3σ

Keterangan :

- : tutupan vegetasi tetap
- : tutupan vegetasi berkurang
- : tutupan vegetasi bertambah

Gambar 10 Citra Hasil *Thresholding* pada Rentang Waktu Mei-Juni

(4) Validasi

Proses validasi dilakukan untuk mengecek sejauh mana citra NDVI yang diolah berkorelasi dengan citra NDVI lain yang dianggap sudah valid. Data yang dijadikan acuan adalah data citra SPOT Vegetation bulan Mei, Juni, dan Juli tahun 2003. Validasi pertama menggunakan metode profil. Pada citra NDVI bulan Mei, nilai-nilai yang direpresentasikan sangat jauh berbeda di antara kedua nilai NDVI, baik itu untuk kawasan Pansela (sepanjang pantai selatan Pulau Jawa) yang merupakan kawasan konservasi, Pantura (sepanjang pantai utara Pulau Jawa) yang merupakan kawasan perindustrian dan tambak, dan Sentral (sepanjang pertengahan Pulau Jawa) yang merupakan kawasan permukiman dan hutan.

Adapun untuk nilai NDVI bulan Juni terdapat beberapa kemiripan *trend* grafik yang menunjukkan bahwa nilai NDVI tidak sama, akan tetapi terdapat kecenderungan citra untuk merepresentasikan nilai NDVI yang sama. Untuk citra NDVI bulan Juli terdapat beberapa kesamaan nilai NDVI di samping *trend* data yang hampir sama. Pada kawasan Pansela nilai-nilai NDVI menunjukkan nilai-nilai tinggi yang konstan. Hal ini terjadi karena obyek Pansela masih murni: kawasan ini adalah kawasan konservasi. Untuk kawasan Pantura nilai-nilai NDVI yang direpresentasikan berada pada level yang ekstrim antara kecil dan besar. Hal ini disebabkan kawasan Pantura merupakan kawasan industri dan banyaknya pembangunan di kawasan tersebut. Untuk kawasan Sentral nilai NDVI cenderung bergradasi antara nilai yang tinggi dan rendah, karena kawasan ini merupakan kawasan gabungan antara permukiman dan hutan.

Validasi yang kedua dilakukan dengan membuat *scatterplot*. *Scatterplot* dibuat untuk mengetahui distribusi nilai NDVI antara kedua citra secara grafis. Hal lain yang akan didapat dari pembuatan *scatterplot* adalah nilai korelasi antara kedua citra yang selanjutnya dapat digunakan untuk mengecek apakah korelasi antara dua buah



variabel signifikan secara statistik. Untuk melihat signifikansi korelasi yang ada, maka dilakukan pengujian statistika menggunakan statistik uji (Harvey, 1994):

$$z = \left| \frac{\sqrt{n-3}}{2} \ln \left(\frac{1+r}{1-r} \right) \right| \quad \dots (3)$$

r adalah koefisien korelasi dan n adalah jumlah sampel. Hipotesis yang diuji:

$$H_0: r = 0; H_1: r \neq 0$$

H_0 ditolak jika $z > z_{\alpha/2}$ dengan tingkat signifikansi pengujian sebesar α .

Pada pengecekan nilai NDVI citra MODIS dan SPOT Vegetation, terlebih dahulu dibuat beberapa kelas tutupan lahan mayoritas untuk mengetahui sejauh mana kelas tutupan lahan yang dibuat berhubungan dengan kelas yang sama pada citra yang berbeda. Adapun kelas yang dibuat yaitu permukiman, hutan, dan perairan. Dengan menggunakan α sebesar 5% diperoleh hasil pengujian seperti tersaji pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Pengujian Korelasi antara NDVI Tutupan Lahan MODIS dan SPOT Vegetation

Kelas	n	r	z	Kesimpulan
Permukiman	450	0,55	18,49	Ho ditolak
Perairan	200	0,1	1,99	Ho ditolak
Hutan	150	0,5	9,42	Ho ditolak

Keterangan: $z_{0,025} = 1,96$

Hasil pengujian memperlihatkan bahwa korelasi antara nilai NDVI pada tutupan lahan permukiman, perairan, dan hutan pada citra MODIS dengan citra SPOT Vegetation signifikan secara statistik. Hal ini berarti bahwa dengan menggunakan data SPOT Vegetation sebagai acuan, maka data tutupan vegetasi yang diperoleh dari data MODIS adalah valid.

KESIMPULAN

Indeks vegetasi bulan Mei cenderung merata di semua daerah di Pulau Jawa. Penyebaran indeks vegetasi tinggi menyebar

sangat rapat, kecuali di wilayah perkotaan. Pada bulan Juni terjadi sedikit penurunan nilai NDVI untuk wilayah Jawa Barat bagian selatan, sedangkan untuk wilayah Jawa Tengah dan Jawa Timur penurunan nilai NDVI terjadi di wilayah perbatasan keduanya. Pada bulan Juli indeks vegetasi mengalami penurunan yang cukup signifikan di seluruh wilayah Pulau Jawa.

Karakteristik perubahan cenderung berpola mengarah ke wilayah utara untuk Jawa Barat, sedangkan untuk wilayah Jawa Tengah berpola menyebar untuk wilayah utara dan selatan. Adapun untuk wilayah lain di provinsi ini cenderung tersebar secara acak. Untuk wilayah Jawa Timur perubahan yang terjadi cenderung berada di tengah-tengah wilayah.

Karakteristik NDVI citra MODIS hasil pengolahan cenderung merepresentasikan nilai NDVI yang ekstrim, baik untuk nilai maksimum maupun nilai minimum dibandingkan dengan nilai NDVI yang diperoleh dari citra SPOT Vegetation yang bervariasi. Dari hasil validasi diperoleh kesamaan nilai NDVI untuk tutupan lahan hutan dan permukiman, sedangkan untuk tutupan lahan perairan nilai NDVI antara citra MODIS dan SPOT Vegetation berbeda.

Hasil *image differencing* menunjukkan nilai perubahan berkisar antara -2 (indeks minimum) sampai dengan +2 (indeks maksimum). Nilai rata-rata perubahan mengalami kenaikan pada rentang waktu Juni-Juli sebesar 0,02, dari rata-rata perubahan pada rentang waktu Mei-Juni sebesar 0,115.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiansyah, Y. 2004. Perbandingan Metode *Image Differencing* dengan *Change Vector Analyst* untuk Pemantauan Tutupan Vegetasi di Sungai Citarum. Skripsi. Jurusan Teknik Geodesi ITB
- Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia dalam Angka. <<http://www.BPS.go.id>> diakses tanggal 30 Agustus 2004.
- MODISweb <<http://www.gfsc.modis.com>>



- diakses tanggal 20 Agustus 2004.
- Harvey, B.R. 1994. *Practical Least Squares and Statistics for Surveyors*. Monograph 13. School of Surveying. University of New South Wales, Kensington, NSW.
- Kehati. 2003. *Siapa Tahu Berapa Luas Hutan Kita*. Panduan Konservasi Alam.
- Kompas. 2002. *Perubahan Luas Hutan di Indonesia*. Terbit tanggal 22 Mei.
- LAPAN. 2004. *Pemantauan Lahan Kering di Pulau Jawa Periode Mei-Juli 2004*. <<http://www.lapan.go.id>> diakses tanggal 12 Agustus 2004.
- Sader, S.A. 2001. *The Comparison of Image Differencing Method*. <<http://www.GISdevelopment/remotesensing/changedetection.html>> diakses tanggal 9 Oktober 2004.
- Sinar Harapan. 2003. *Deforestasi Sungguh Mencengangkan*. Terbit tanggal 14 April.
- Uebelherr, J. 2002. *Application of NDVI: Brief Description & History* <<http://biology.duke.edu/bio265/jmu/BriefDescriptionandHistory.htm>> diakses tanggal 20 Agustus 2004.
- WALHI. 1998. <<http://www.walhi.or.id>> diakses tanggal 30 Agustus 2004.
- Weier, J. & Herring, D. 2001. *Measuring Vegetation (NDVI & EVI)*. <<http://earthobservatory.nasa.gov/Library/MeasuringVegetation/>> diakses tanggal 20 Agustus 2004.
- Wikantika, K. 2003. *Melestarikan Keanekaragaman Hayati Indonesia Dengan Teknologi Penginderaan Jauh*. Orasi ilmiah Pada Sidang Terbuka Penerimaan Mahasiswa Baru 2003, Institut Teknologi Bandung.



INDEKS PENGARANG VOLUME 8

- Aan Haryana, *Studi Eksperimental Penyerapan Energi pada Tabung dan Struktur Selular Akibat Beban Lateral*, 7 - 13
- Abdul Hakim Halim, *Model Penjadwalan untuk Fabrikasi dan Perakitan pada Flow Shop 2 Mesin dengan Kriteria Minimasi Total Waktu Tinggal Aktual*, 94 - 103
- Abinhot Sihotang, *Kontribusi Terak Baja (Steel Slag) terhadap Kekuatan Tekan Beton Mutu Tinggi (High Strength Concrete)*, 29 - 33
- Achmad Zainal Abidin, *Pemodelan Sifat Viskometrik Produk Estolida – Asam Oleat sebagai Bahan Dasar Pelumas Mesin Otomotif*, 34 - 41
- Agung B.H., *Studi Reduksi Gangguan Spekel pada Citra Satelit JERS-1 SAR dengan Filter Lee, Frost dan Transformasi Wavelet*, 104 - 110
- Agus Ristono, *Aplikasi Algoritma Bond Energy untuk Perancangan Tata Letak Terdistribusi yang Mempertimbangkan Material Flow Pattern*, 77 - 85
- Alex Saleh, *Model Penjadwalan untuk Fabrikasi dan Perakitan pada Flow Shop 2 Mesin dengan Kriteria Minimasi Total Waktu Tinggal Aktual*, 94 - 103
- Aristianto MMB, *Permeable Ceramic Paving from Beneficiated Feldspar and Its By-product Materials*, 158 - 163
- Bambang Anggoro, *Studi Karakteristik Impedansi Impuls pada Elektroda Pentanahan Batang Tunggal*, 86 - 93
- Bambang K. Hadi, *Studi Eksperimental Penyerapan Energi pada Tabung dan Struktur Selular Akibat Beban Lateral*, 7 - 13
- Cherry Yulian K., *Simulasi Aliran Campuran Udara, Bahan Bakar Cair dan Bahan Bakar Gas dalam Saluran Isap*, 111 - 116
- Dadan Muliawandana, *Simulasi Pengaruh Kuantisasi pada Baseband Pengirim Sistem W-CDMA*, 117 - 121
- Danang Parikesit, *A Proposal for Measuring Land Development Benefit In Urban Road Project: A Case of Padang, West Sumatra*, 133 - 139
- Dewi Kania Sari, *Studi Perubahan Tutupan Vegetasi Pulau Jawa Menggunakan Citra Modis Multitempral*, 173 - 183
- Dewi Sawitri, *Manusia dalam Pengembangan Wilayah Berbasis Sumberdaya Lokal: Sebuah Kajian Teoritis*, 43 - 52
- Dicky Dermawan, *Pemodelan Sifat Viskometrik Produk Estolida – Asam Oleat sebagai Bahan Dasar Pelumas Mesin Otomotif*, 34 - 41
- Dwi Aryanta, *Analisis Ekualiser pada Kanal Fading Rayleigh*, 164 - 172
- Emi Yudaningsyas, *Kontrol Posisi Permanent Magnet Synchronous Motor (PSM) Menggunakan Kontroler PI Adaptif Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan*, 1 - 6
- Gun Gun Gunawan Hudma, *Studi Perubahan Tutupan Vegetasi Pulau Jawa Menggunakan Citra Modis Multitemporal*, 173 - 183
- Hari Adianto, *Penentuan dan Penjadwalan Rute pada M Buah Truk dengan Tujuan Meminimasi Total dengan Waktu (Makespan) Studi Kasus: UD Berhasil Pekalongan*, 53 - 59
- Helen Grace Mantiri, *Analisis Struktur Rangka Baja dengan Pengaku Konsentris dan Eksentris Tipe X (X-Brace) pada Daktilitas Terbatas terhadap Gempa*, 23 - 28
- Henry Pantas Panggabean, *Algoritma Simulated Annealing untuk penjadwalan Job pada Mesin Paralel yang Identik dan Tidak Identik dengan Multi Kriteria*, 14 - 22
- H. Dwijono, *Penggunaan Mikrokontroler AT89C51 untuk Sistem Diagnosis Fungsi Ginjal*, 148 - 152
- Indra Noer Hamdhan, *Analisis Faktor Beban Berdasarkan Reaksi Pile Head pada Struktur Anjungan Lepas Pantai di Indonesia (Studi Kasus: Anjungan Tipe Jacket Manned)*, 60 - 67
- Irwan Noezar, *Pemodelan Sifat Viskometrik Produk Estolida – Asam Oleat sebagai Bahan Dasar Pelumas Mesin Otomotif*, 34 - 41