**Jurnal Manajemen Hutan Tropika Vol. X No. 1 : 31-48 (2005)** **Artikel (*Article*)**

# TEHNIK MENDETEKSI LAHAN LONGSOR MENGGUNAKAN CITRA SPOT MULTIWAKTU: Studi Kasus di Teradomari, Tochio dan Shidata Mura, Niigata, Jepang

## *(Landslide Detection Technique using multidate SPOT Imageries: A case study in Teradomari, Tochio and Shitada Mura, Niigata, Japan)*

I NENGAH SURATI JAYA[1)]

## ABSTRACT

*This study describes the use of multitemporal principal component analisys (MPCA), vegetation index differencing (VIDN) and conventional maximum likelihood classifier (MLC) for detecting landslides. The study found that the synthetic images derived from stable greenness, delta greenness and delta brightness of MPCA summarized the information of landslides effectively producing accuracy of 88% for Teradomari and 91% for Tochio and Shitada Mura. The VIDN provides relatively lower accuracies than those from MPCA, i.e., only 62.5% for Teradomari and 64% for Tochio and Shitada Mura. The MLC method also provided very low user's accuracy, i.e. 56.9% for Teradomari and 63.7% for Tochio and Shitada Mura but high producer's accuracies, i.e. 100% for Teradomari and 98.3% for Tochio and Shitada Mura. The study also found that the landsides that could be detected should be more than the size of spatial resolution of the SPOT imagery, i.e. 10 m x 10 m. Detecting landslides using SPOT imagery is more efficient than using only ground survey, providing an efficiency of 2.7.*

**Key words:** Analisis komponen utama multiwaktu (*Multitemporal principal component analisys), disparitas indeks vegetasi (vegetation index differencing),* metode peluang maksimum *(maximum likelihood classifier),* kestabilan kehijauan *(stable greenness),* perubahan kehijauan *(delta greenness),* perubahan kecerahan *(delta brightness)* dan efisiensi relatif (*efficiency relative*)

## PENDAHULUAN

Pada dasawarsa terakhir ini, bencana alam baik yang disebabkan oleh gempa bumi, angin taifun, letusan gunung berapi serta banjir dan tanah longsor melanda hampir seluruh belahan bumi. Negara Jepang adalah salah satu negara yang sering tertimpa bencana lama seperti taifun, gempa bumi dan banjir. Pada musim panas tahun 2004, telah terjadi bulan-bulan yang mempunyai curah hujan yang sangat ekstrim tinggi di beberapa wilayah di Jepang. Curah hujan yang tinggi telah menyebabkan bencana banjir yang merendam

---

1) Dosen senior dan peneliti pada Laboratorium Inventarisasi Sumberdaya Hutan, Fakultas Kehutanan IPB. Kampus IPB Darmaga, bogor (e-mail: ins-jaya@cbn.net.id)

wilayah Sanjo dan sekitarnya yang meliputi Teradomari, Shitada Mura, Tochio dan Nagaoka pada tanggal 13 Juli 2004. Bencana banjir tersebut telah mengakibatkan rusaknya beberapa tanggul pengendali banjir, menghanyutkan sebagian rumah-rumah penduduk yang ada di sekitar sungai dan merendam sebagian besar kota Sanjo dan lahan-lahan pertanian yang ada di sekitarnya. Curah hujan yang sangat tinggi ini menjadi pemicu terjadinya lahan-lahan longsor yang dilaporkan beberapa saat setelah bencana banjir ini. Studi ini memfokuskan pada areal bencana lahan longsor yang terjadi di Teradomari, Shitada Mura dan Tochio. Pemilihan ini berdasarkan pada laporan dari Pemerintah Daerah Niigata tentang terjadinya kejadian lahan longsor di beberapa tempat di sekitar lokasi penelitian.

Berkaitan dengan lahan longsor, ada dua hal yang sangat krusial, (1) pengumpulan informasi tentang kejadian lahan longsor *(landslide)* dan (2) pengendalian lahan longsor itu sendiri (Hervas *et al,* 2003). Pengumpulan informasi tentang lahan longsor diharapkan dapat digunakan untuk memprediksi kejadian-kejadian lahan longsor dimasa mendatang serta menentukan bagaimana cara pencegahan dan penanggulangannya. Sampai saat ini, pengamatan lahan longsor masih mengutamakan tehnik pengamatan lapangan karena dianggap cukup teliti. Akan tetapi hal ini tidak cukup karena informasi yang diperlukan tidak semata-mata harus teliti, tetapi harus juga akurat, tidak berbias dan tepat waktu *(timely*). Selain itu, informasi yang disediakan pada pengamatan lapangan ini hanya pengamatan berbasis pengamatan titik.

Dalam suatu analisis spasial, pembentukan suatu fitur dari bentuk-bentuk permukaan dengan berbasis pada titik lebih sering menghasilkan ketidakpastian *(uncertainty)* yang cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena tidak adanya acuan tentang bentuk permukaan bumi yang sebenarnya. Akan tetapi, kehadiran citra satelit dengan berbagai kelebihannya akan mampu mengatasi ketidakpastian tersebut karena setiap titik yang membentuk suatu fitur permukaan dapat diukur. Kehadiran citra satelit baru beresolusi spasial tinggi seperti IKONOS, SPOT 5, IRS dan Quickbird telah banyak merubah orientasi pemanfaatan teknologi penginderaan jauh, dari mulai sekedar sebagai pelengkap menjadi suatu alat utama. Kemampuan citra yang dapat mengkover areal secara berulang dalam periode waktu yang singkat, mempunyai cakupan luasan yang besar, resolusi spasial yang tinggi (0,6 m ~ 10 m) dan spektral yang tinggi (sinar tampak dan infra merah) telah menjadikannya sebagai sumber informasi handalan.

Sejalan dengan perkembangan tersebut, penulis mencoba mengembangkan dan menguji coba suatu tehnik untuk melakukan pemantauan lahan longsor menggunakan citra satelit multi waktu. Pada studi ini, dikembangkan suatu metode pengolahan citra untuk memetakan dan memonitor kejadian-kejadian lahan longsor menggunakan citra SPOT multi waktu. Metode yang dikembangkan mencakup deteksi perubahan secara otomatis (dijital) yang meliputi proses registrasi/koreksi geometrik citra, membuat citra sintetis serta melakukan "thresholding" untuk menentukan piksel-piksel yang menyatakan adanya tanah longsor. Pada studi ini juga direkomendasikan beberapa tehnik filtering dan "masking "untuk melokalisasi piksel-piksel yang terkait dengan tanah longsor. Metode ini diujicobakan pada dua lokasi yaitu wilayah Teradomari, dan Tochio-Shitada Mura, Provinsi Niigata, Jepang, untuk mendeteksi lahan longsor yang terjadi pada pertengahan bulan Juli 2004. Citra yang digunakan untuk mendeteksi tanah longsor ini adalah citra SPOT multi waktu rekaman sebelum dan sesudah bencana lahan longsor di lokasi penetian.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menguji tehnik mendeteksi lahan longsor yang paling akurat menggunakan citra satelit. Tujuan tambahan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah (1) untuk mengetahui kapabilitas data SPOT baik SPOT generasi tua (SPOT 2 – 4) maupun SPOT generasi terbaru (SPOT 5) dan (2) untuk mengetahui efisiensi relatif penggunaan SPOT; dalam mendeteksi lahan longsor yang terjadi setelah bencana hujan lebat dan banjir yang terjadi di Niigata pada tanggal 23 July 2004.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Lokasi areal penelitian ini adalah daerah Teradomari, Shitada Mura dan Tochio, Propinsi Niigata, Jepang. Lokasi daerah Teradomari terletak antara koordinat 128$^{o}$43’31.07” BT dan 138$^{o}$50’31,95” BT dan; antara 37$^{o}$42’22,30” LU dan 37$^{o}$34’01,09” LU, sedangkan lokasi daerah Shitada Mura dan Tochio terletak pada kisaran koordinat 138$^{o}$54’54,54” BT dan 139$^{o}$13’ 37,80” BT dan antara 37$^{o}$36’40,25” LU dan 37$^{o}$21’54,71” LU. Secara umum, daerah Teradomari mempunyai topografi yang relatif landai sampai dengan sedang, sedangkan daerah Tochio dan Shitada Mura mempunyai topografi yang berkisar antara sedang dan berat.

### Data, Perangkat Lunak dan Perangkat Keras

Citra utama yang digunakan dalam penelitian ini SPOT 2 dan SPOT 5 dengan karakteristik sebagai berikut:

- Citra SPOT 2 rekaman tgl 15 Agustus 2001 yang mewakili kondisi areal sebelum lahan longsor terjadi, dimana band-band multispektralnya mempunyai resolusi spasial 20 m x 20 m
- Citra SPOT 5 rekaman 24 Juli 2004, yang mewakili kondisi areal paska landslide. Band-band multispektralnya mempunyai resolusi spasial 10 m x 10 m.
- Peta kontur dijital dengan interval kontur 50 m.
- Peta jalan guna mendapat informasi spasial tentang lokasi longsor dari jalan.
- Peta laporan titik-titik lahan longsor yang diperoleh dari Pemerintah Daerah Niigata.
- Hasil pemeriksaan lapangan.

Pengolahan dan analisis citra SPOT ini dilakukan menggunakan perangkat lunak Erdas Imagine versi 8.7, ArcView versi 3.3 dan ArcInfo versi 7.2.1, yang diinstall pada perangkat keras komputer pribadi (PC) .

**Metode**

Penelitian ini dilakukan dengan serangkaian tahapan yang mencakup koreksi geometrik, registrasi, pemeriksaan lapangan terhadap laporan kejadian lahan longsor; pembuatan citra sintetis dengan analisis komponen utama dan pembedaan dua indeks vegetasi (*vegetation index differencing*), klasifikasi citra dengan metode klasifikasi terbimbing, evaluasi separabilitas, dan evaluasi ketelitian deteksi lahan longsor. Untuk mendapatkan distribusi dan kedalaman angin .

*Analisis Komponen Utama*

Pembuatan Citra Indeks Kehijauan dan Kecerahan dengan Analisis Komponen Utama

Untuk mendeteksi lahan longsor pada penelitian ini, penulis menggunakan pendekatan analisis simultan *(simultaneous analysis of multitemporal images)* (Singh, 1989). Citra sintetik dibuat menggunakan tehnik kompresi Analisis Komponen Utama (Principal Component Analysis). Metode ini juga sering disebut dengan metode Hotelling Transformation atau Karhunen-Loeve (K-L) transformation yang bertujuan untu memilih keragaman yang kombinasi linearnya tidak mempunyai korelasi yang cukup. Tiga band SPOT tahun 2001 yaitu band (hijau), (merah) dan (inframerah) digabungkan menjadi satu dengan tiga band lain dari citra SPOT 5 tahun 2004, dan selanjutnya dianggap sebagai satu set data multiwaktu. Agar citra SPOT tersebut dapat dianalisis sebagai satu set data, citra SPOT 2 tahun 2001 diresampling sehingga mempunyai resolusi spasial 10 m x 10 m. Selanjutnya dari 6 band multiwaktu tersebut diturunkan citra sintetik dengan analisis komponen utama terstandarisasi *(standardized principal component).* Kemudian, berdasarkan nilai *eigenvector* dari masing-masing komponen, dipilih komponen yang menyatakan kestabilan kecerahan dan kehijauan *(stable brightness* dan *stable greenness)* serta perubahan kecerahan dan kehijauan *(delta brightness and delta greenness).* Metode penilaian eigenvector ini sangat sederhana dengan melihat tanda aljabar pada band merah dan inframerah dari waktu yang berbeda. Citra sintetik yang diturunkan dari masing-masing komponen kemudian dianalisis lebih lanjut guna mendeteksi lahan longsor. Jaya dan Kobayashi (1995) telah membuktikan kehandalan metode ini dalam mendeteksi perubahan tutupan hutan. Singh dan Harrison (1985) merekomendasikan menggunakan analisis komponen utama terstandarisasi *(standardized principal component)* untuk mengurangi pengaruh variabilitas reflektansi pada tutupan lahan yang sama. Loughin (1991) mengatakan bahwa citra yang dihasilkan dari analisis komponen tama dievalusi lebih akurat dibanding dengan yang lainnya. Secara matematis, suatu set variabel baru $Y_1$, $Y_2$ , ..... $Y_N$ yang masing-masing disebut dengan komponen utama ke-1, ke-2 ..... ke-N dinyatakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Y_j &= a_{1j}X_1 + a_{2j}X_2 + ...... + a_{Nj}X_N \\ &= a_j^T X \end{aligned}$$

dimana: T menyatakan matrik transposisi, $a_j^T$=[$a_{1j}$, ... $a_{Nj}$] adalah vektorciri (*eigenvector*) yang dinormalisasi (yaitu $a_j^T$ $a_j$= 1) dari matrik ragam peragam. Nilai akarciri (*eigenvalue*) dari masing-masing komponen ($\lambda_i$) menyatakan proposi keragaman dari data, yang selalu diurutkan sebagai berikut:

$$\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3 ......\lambda_N$$

$$\sum_{i=1}^{N} \sigma_i^2 = \sum_{i=1}^{N} \lambda_i \qquad \text{dan}$$

dimana $\sigma^2$=keragaman dari variable asal. Selanjutnya dari *eigenvector* yang diturunkan dilakukan identifikasi indeks kecerahan dan kehijauannya berdasarkan besarnya dan tanda aljabar dari setiap nilai koefisien dari setiap band pada masing-masing komponen.

Dengan metode ini dilakukan evaluasi terhadap 4 macam indeks, yaitu:

(1) *Stable brightness* didefinisikan apabila besarnya nilai eigenvector *(weight)* dari setiap band hampir sama dengan tanda aljabar yang positif. Indeks ini umumnya terdapat pada komponen utama ke satu.
(2) *Stable greenness,* apabila band merah dari kedua waktu mempunyai tanda aljabar sama, tetapi berlawanan dengan tanda aljabar band inframerah dari kedua waktu. Sebagai contoh tanda aljabar kedua band merah positif pada kedua tahun yang berbeda, sedangkan tanda aljabar kedua band inframerahnya negatif, atau sebaliknya.
(3) *Delta brightness*, dicirikan oleh adanya kesamaan tanda aljabar band merah dan inframerah dari waktu yang sama, tetapi bertentangan tanda aljabar dengan merah dan inframerah dari waktu yang berbeda. Sebagai contoh, tanda aljabar pada tahun sebelumnya untuk band merah dan inframerah adalah positif sedangkan untuk band merah dan inframerah pada tahun sesudahnya negatif, atau dapat juga sebaliknya.
(4) *Delta greenness*, merupakan kebalikan dari stable greenness. Sebagai contoh, jika tanda aljabar band merah positif dan inframerah negatif untuk tahun sebelumnya maka tanda aljabar tahun sesudahnya untuk merah adalah negatif sedangkan inframerah adalah positif. Juga bisa sebaliknya, negatif (merah) dan positif (inframerah) untuk tahun sebelumnya dan positif (merah) dan negatif (inframerah) untuk tahun sesudahnya.

*Disparitas Indeks Vegetasi (Vegetation Index Differencing).*

Pemilihan ini berlandaskan pada pendekatan perubahan biomasa (perubahan tutupan vegetasi), dengan membuat mencari suatu nilai disparitas indeks vegetasi NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index)* yang selanjutnya disebut dengan VIDN. Indeks tersebut dihitung menggunakan band merah dan inframerah dekat SPOT sebagai berikut:

$$VIDN = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}(tahun\ 2004) - \frac{NIR - RED}{NIR + RED}(tahun\ 2001)$$

Dengan rumus ini, nilai VIDN akan berkisar antara -2 sampai dengan 2. Nilai yang negatif menyatakan adanya pengurangan biomasa atau vegetasi hijau dan merupakan salah satu indikasi terjadinya lahan longsor. Metode ini pernah diujicobakan oleh Nelson (1983) untuk mendeteksi defoliasi daun akibat serangan ”*gypsy moth*”. Banner dan Lynham (1982) dalam Singh (1989) pernah menggunakan metode ini untuk mendeteksi lokasi terjadinya tebang habis.

Thresholding

Dari masing-masing citra sintetik yang terpilih, selanjutnya dilakukan *threshholding* untuk menentukan areal-areal yang mengalami lahan longsor. Nilai ambang atas (Tu) dan ambang bawah (Td) dari masing-masing *threshold* ditentukan berdasarkan nilai piksel contoh yang diambil dari areal-areal yang mengalami lahan longsor. Secara matematis, proses *thresholding* ini dilakukan dengan kaidah pengambilan keputusan sebagai berikut:

$$I(x,y) = \begin{cases} 1, jika\, I(x,y) \geq Td \quad dan\, I(x,y) \leq Tu \\ 0, selain\, itu \end{cases}$$

dimana *I(x,y)* adalah nilai piksel citra sintetik yang dibuat dari indeks terpilih. Untuk citra sintetik VIDN, juga dilakukan klasifikasi lahan longsor dan bukan lahan longsor menggunakan ambag atas dan ambang bawah.

Penghalusan (filtering) dan Masking

Hasil dari thresholding lahan longsor ini umumnya masih mengandung “noise” yang tampak seperti noktah-noktah (“*salt-and-peeper”*) sebagai akibat dari kesalahan registrasi atau pengaruh kemiripan spektrall, yang dapat mengurangi keakuratan hasil analisis lahan longsor. Untuk menghilangkan kesalahan-kesalahan ini maka selanjutnya dilakukan filtering menggunakan *lowpass filter* yaitu filter median. Setelah dilakukan penghalusan, selanjutnya dilakukan masking untuk melokalisasi areal-areal yang potensi kejadian lahan longsornya tinggi, dan mengeluarkan areal-areal yang dapat meningkatkan kesalahan analisis.

Dalam proses “*masking*”, areal-areal yang dikeluarkan dari areal lahan longsor adalah wilayah persawahan, perumahan dan wilayah-wilayah yang arealnya datar. Dengan masking ini maka pembentukan lahan-lahan kosong di areal permukiman dan lahan-lahan persawahan tidak akan teridentifikasi sebagai lahan longsor. Agar dekteksi ini menjadi logis, maka analisis difokuskan pada areal-areal perbukitan/pegunungan atau areal-areal yang slopenya lebiih besar dari 15%. Dalam hal ini penulis membuat 2 kelas slope, yang masing-masing diberi skor 0 untuk slope < 15% dan skor 1 untuk slope >15%. Selanjutnya dilakukan multiplikasi antar kelas slope dengan citra hasil deteksi lahan longsor berdasarkan nilai threshold.

Separabilitas dan Akurasi

Untuk mengetahui tingkat akurasi lahan longsor yang diamati maka dilakukan analisis separabilitas dan analisis akurasi. Analisis separabilitas dilakukan menggunakan kriteria separabilitas *Transformed Divergence*. Sedangkan untuk akurasinya dilakukan pengambilan contoh lapangan dan dianalisis dengan pembuatan matrik konfusi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Wilayah Teradomari

*Citra Komponen Utama dan Disparitas Indeks Vegetasi*

Berdasarkan evaluasi eigenvector dari masing-masing komponen, dapat dikenali beberapa indeks sebagai berikut:

a) Kestabilan kehijauan (*Stable greenness*) pada PC1 dengan keragaman 80%. Indeks ini merangkum semua informasi yang berhubungan dengan obyek tutupan lahan yang tidak mengalami perubahan *(no change)*
b) Kestabilan kecerahan (*stable brightness*) pada PC2 dengan keragaman 16,8%. Indeks ini merangkum sekitar 16,8% informasi yang berhubungan dengan kestabilan kehijauan.
c) Perubahan kehijauan (*delta greenness*) pada PC3 dengan keragaman 1,6%. Indeks ini merangkun informasi perubahan khususnya yang terkait dengan perubahan kehijauan. Informasi tentang perubahan kehijauan akibat dari lahan longsor akan dirangkum pada indeks ini.
d) Perubahan kecerahan (*delta brightness*), pada PC5 dengan keragaman hanya 0,4%. Indkes ini merangkum informasi perubahan kecerahan, misalnya dari tutupan vegetasi menjadi lahan longor

Berdasarkan konsep transformasi *eigenvector* yang membentuk sumbu baru yang saling orthogonal dan sekaligus mencari korelasi yang tinggi pada komponen-komponen di kelompok awal, maka sesungguhnya sumbu-sumbu komponen yang merekam adanya perubahan adalah pada komponen-komponen pada kelompok akhir, yaitu mulai komponen ke-3 dan seterusnya. Sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 1, perubahan kehijauan ditemukan pada komponen ke-3 sedangkan perubahan kecerahan ditemukan pada komponen ke-5.

Tabel 1. *Eigenvector* dari Komponen Utama Citra Multiwaktu SPOT 2 dan SPOT 5 untuk Daerah Teradomari.

| Multi band | Komponen | | | |
|---|---|---|---|---|
| | PC1 | PC2 | PC3 | PC5 |
| Green-2001 | 0.5806 | 0.2618 | -0.1965 | 0.6667 |
| Red-2001 | 0.6157 | 0.3368 | 0.1703 | -0.6727 |
| NIR-2001 | 0.4134 | -0.8142 | -0.3824 | -0.1349 |
| Green-2004 | 0.1238 | 0.1234 | -0.1449 | 0.1454 |
| Red-2004 | 0.1790 | 0.2200 | -0.1865 | 0.0021 |
| NIR-2004 | 0.2559 | -0.3024 | 0.8546 | 0.2521 |
| Keragaman(%) | 80.4088 | 16.3539 | 1.6078 | 0.3449 |
| Indeks | *Stable brightness* | *Stable greenness* | *Delta greenness* | *Delta brightness* |

Untuk mendeteksi lahan longsor, penulis selanjutnya membuat citra sintetik yang berasal dari indeks-indeks yang merangkum perubahan kehijauan, kecerahan dan kestabilan kehijauan (PC2, PC3 dan PC5) yang diturunkan dari analisis komponen utama, dan yang berasal dari disparitas indeks vegetasi (VIDN). Dari keempat citra sintetik tersebut, selanjutnya dibuat *training area* berdasarkan lokasi lahan longsor diambil berdasarkan indeks-indeks tepilih. Besarnya threshold dari masing-masing indeks disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Threshold PC2, PC3, PC5 dan VIDN citra SPOT untuk Daerah Teradomari

| *Indeks* | Ambang bawah (Td) | Ambang atas (Tu) |
|---|---|---|
| *Stable greenness* (PC2) | - 106.6 | -34.3 |
| *Delta greenness* (PC3) | - 49.4 | -19.3 |
| *Delta brightness* (PC5) | 33.9 | 42.2 |
| VIDN | – 1.0239 | -0.3517 |

Pada citra sintetik PC2 terlihat bahwa lahan longsor mempunyai negatif yang sangat dipengaruhi oleh bobot (*eigenvector*) dari band inframerah NIR-2001 dan NIR-2004, yaitu -0.8142 dan -0.3024. Demikian pula nilai piksel lahan longsor pada citra sintetik PC3, nilai piksel juga berada pada kisaran yang negatif (-49,4 ~ -19.3). Berdasarkan besaran nilai eigenvector pada PC3, yaitu bobot Red-2001, NIR-2001, Red-2004 dan NIR-2004 maka dapat dikatakan bahwa terjadi peningkatan kehijauan secara umum. Bobot NIR pada tahun 2001 sebesar -0,3824, berubah menjadi 0,8546 pada tahun 2004, sebaliknya Red pada tahun 2001 dari 0.1703 menjadi -0,1865 pada tahun 2004. Sebagaimana yang diperlihatkan oleh eigenvector pada PC5, terjadi peningkatan kontras dimana Red dan NIR pada tahun 2001 yang negatif berubah menjadi positif pada tahun 2004. Pada citra sintetik PC5, nilai lahan longsornya berkisar antara 33,9 dan 42,2.

Berdasarkan nilai ambang atas dan ambang bawah dari 3 komponen utama terpilih (SG, DG dan DB) , selanjutnya dibuat citra lahan longsor meggunakan penghubung (*logical connector*) logika AND. Hasil evaluasi visual menunjukkan bahwa hampir semua lahan longsor yang mempunyai luas lebih besar dari 10 m x 10 m dapat terdeteksi. Konfusi yang cukup signifikan terjadi pada daerah-daerah pertanian dan permukiman/perkotaan. Pada lahan-lahan pertanian yang umumnya ditanami dengan tanaman semusim, perubahan tutupan vegetasi karena perubahan jenis tanaman dan masa pengolahan lahan. Perubahan dari tanaman semusim menjadi lahan yang pada kondisi sedang diolah akan terdeteksi sebagai lahan longsor. Hal ini disebabkan karena lahan-lahan yang sedang diolah mempunyai kemiripan spektral dengan lahan longsor. Konfusi terjadi juga di wilayah-wilayah perdesaan khususnya areal-areal yang pemanfatannya dirubah dari vegetasi hijau menjadi lahan-lahan non vegetasi seperti pembukaan jalan dan atau pembangunan perumahan.

Untuk menghilangkan konfusi atau kesalahan semacam ini, selanjutnya dilakukan *masking* dan *filtering*. Di wilayah Teradomari, sebagian besar wilayah studi adalah areal datar dan bergelombang, hanya sebagian kecil saja yang mempunyai topografi berat. Penggunaan lahan di wilayah yang landai adalah lahan pertanian irigasi , tanaman semusim dan permukiman. Oleh karena pada saat pembuatan komponen utama melibatkan semua nilai piksel dari citra, maka secara perubahan tutupan pada lahan pertanian yang menyerupai lahan longsor akan mengalami ”konfusi” dengan lahan longsor yang sebenarnya. Hasil akhir dari deteksi lahan longsor menggunakan metode komponen utama di daerah Teradomari dapat dilihat pada Gambar 1.

Untuk mendeteksi lahan longsor dengan metode VIDN, dari citra sintetiknya diperoleh ambang bawah dan ambang atas nilai piksel lahan longsornya antara –1.0239 dan -0.3517. Sama halnya dengan metode analisis komponen utama, citra sebaran lahan longsor yang diperoleh perlu dilakukan filtering dan masking.

*Akurasi Metode Komponen Utama dan Disparitas Indeks Vegetasi (VIDN)*

Untuk mengetahui tingkat keberhasilan deteksi dari metode komponen utama dan VIDN ini, penulis melakukan pengecekan kejadian lahan longsor berdasarkan kenampakan hasil deteksi pada citra. Untuk daerah Teradomari ini dilakukan pemeriksaan terhadap 13 lokasi berdasarkan peta laporan yang dibuat oleh Pemerintah Daerah Niigata. Dari ke 13 lokasi tersebut 5 diantaranya termasuk lahan longsor kecil yang ukurannya lebih kecil dari 10 m x 10 m dan/atau keberadaannya masih tertutup tajuk-tajuk pohon, sedangkan 8 lokasi termasuk lahan longsor besar, dengan ukuran lebih besar dari 10 m x 10 m. Dari hasil pengujian akurasi ini dapat diketahui bahwa lahan longsor yang berukuran lebih kecil dari ukuran spasial citra (10 m x 10 m) tidak mampu dideteksi dengan metode komponen utama maupun dengan metode VIDN. Akan tetapi, untuk lahan longsor yang mempunyai ukuran lebih besar dari 10 m x 10 m, sebanyak 7 lokasi (88%) terdeteksi dengan tepat, sedangkan 2 mengalami misklasifikasi karena ternyata adalah pembukaan tanah galian (disekitar gunung/tebing) sedangkan satunya lagi berada di bawah tajuk. Dalam penelitian ini ditemukan bahwa kesalahan klasifikasi akan terjadi untuk pembukaan wilayah di daerah-daerah yang dekat dengan perbukitan atau dekat tebing.

Pada deteksi lahan longsor dengan metode VIDN (disparitas indeks vegetasi), akurasi pendeteksiannya sedikit lebih rendah dibandingkan dengan metode komponen utama. Dengan metode ini, lahan longsor yang berukuran besar (lebih besar dari 10 m x 10 m) yang tidak terdeteksi ada 4 lokasi, dan hanya 5 lokasi (62,5%) yang terdeteksi dengan jelas. Dengan metode ini, ada sedikit konfusi dengan perubahan lainnya, di antaranya adalah konfusi dengan perubahan kondisi tutupan tajuk rapat menjadi tutupan tajuk rendah. Hasil akurasi ini menunjukkan bahwa metode VIDN ini tidak mampu merangkum informasi lahan longsor secara memadai. Secara teoritis, metode ini hanya merangkum perubahan kehijauan saja, sedangkan perubahan kecerahan tanah sebagai akibat lahan longsor tidak dapat dirangkum pada VIDN. Dari hasil ini dapat dikatakan bahwa perlu kehati-hatian menggunakan metode ini untuk deteksi lahan longsor. Satu alasan yang cukup rasional adalah bahwa indeks yang direkam pada komponen utama mencakup perubahan kecerahan dan kehijauan, sedangkan disparitas indeks vegetasi lebih banyak merangkum perubahan vegetasi hijaunya, dengan sedikit atau tanpa menghiraukan perubahan adanya perubahan kecerahan, karena longsor tidak hanya terjadi pada daerah-daerah yang bervegetasi.

*Citra Hasil Klasifikasi Terbimbing Daerah Teradomari*

Sebagai pembanding dengan dua metode terdahulu, pada penilitian ini juga dilakukan klasifikasi menggunakan metode konvesional, yaitu metode klasifikasi terbimbing dengan algoritme peluang maksium *(maximum likeliihood method).* Pada klasifikasi ini dibuat tujuh kelas tutupan lahan yaitu tutupan air, perubahan dari tanaman pertanian ke lahan longsor (tanah kosong), lahan kosong ke bentuk tanaman, areal perdesaan, sawah irigasi dan lahan kosong. Hasil analisis separabilitas menunjukkan bahwa lahan longsor dengan mudah dipisahkan dengan tutupan-tutupan lainnya, dengan nilai TD berkisar antara 1976 dan 2000. Ini berarti bahwa, secara statistik ini berarti bahwa lahan longsor sangat mudah dibedakan dengan tutupan-tutupan lainnya.

Akan tetapi, dilihat dari akurasi klasifikasinya, akurasi pengguna (*user's accuracy*), akurasi dari lahan longsor ini hanya 57% (Tabel 3), hal ini disebabkan karena lahan longsor mempunyai banyak kemiripan dengan kelas perubahan dari tutupan tanaman pertanian ke tanah kosong, areal perdesaan dan perkotaan dan tutupan hutan.

Table 3. Matrik Konfusi Klasifikasi Menggunakan PC1, PC2, PC3, PC5 dan PC6 untuk Daerah Teradomari.

| Terklasifikasi ke Tutupan lahan | Data referensi | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | AIR | PRTN-LK | LK-PRTN | KOTDS | SW-HIR | VG/NV-LNGSR | HTN | Total | UA |
| AIR | 5678 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5678 | 100 |
| PRTN-LK | 0 | 1275 | 0 | 0 | 145 | 0 | 0 | 1420 | 89.8 |
| LK-PRTN | 0 | 0 | 1509 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1514 | 99.7 |
| KOTDS | 2 | 0 | 6 | 1141 | 0 | 0 | 0 | 1149 | 99.3 |
| SWHIR | 2 | 45 | 0 | 0 | 2435 | 0 | 0 | 2482 | 98.1 |
| VG/NV-LNGSR | 0 | 9 | 1 | 8 | 0 | 41 | 13 | 72 | 56.9 |
| HTN | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2224 | 2225 | 100 |
| Total | 5683 | 1329 | 1516 | 1154 | 2580 | 41 | 2237 | 14540 | |
| PA | 99.9 | 95.9 | 99.5 | 98.9 | 94.4 | 100.0 | 99.4 | | |

Keterangan PA = *producer's accuracy* dan UA = *user's accuracy*; AIR = Badan Air; PRTN-LK = Perubahan dari Tanaman Pertanian ke lahan kosong; LK-PRTN= Perubahan dari lahan kosong ke pertanian; KOTDS= Perkotaan/perdesaan; SWHIR= Lahan persawahan irigasi; VG/NV-LNGSR=Perubahan dari vegetasi / non-vegetasi ke Lahan longsor; HTN= Tutupan hutan