

## Pemanfaatan citra satelit Landsat 5 untuk menganalisis kejadian longsor Mei 2008 di Desa Paya Ateuk - Aceh Selatan

Eko Cahyo Pristiwantoro<sup>1,2</sup>, Nazli Ismail<sup>2,3</sup>, dan Faisal Abdullah<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Magister Ilmu Kebencanaan, Program Pascasarjana Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, NAD

<sup>2</sup>Stasiun Klimatologi Indrapuri BMKG, Aceh Besar, NAD

<sup>3</sup>Laboratorium Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, NAD

Diterima: 4 Februari 2016 | Dicetak: 4 April 2016

**Abstrak.** Tulisan ini membahas penggunaan citra satelit landsat 5 multitemporal untuk menganalisis perubahan lahan akibat kejadian longsor di Paya Ateuk Aceh Selatan pada Mei 2008. Citra satelit yang di gunakan adalah citra tahun 2007 dan 2009. Metode change vector analisis (CVA) dan image differencing dengan analisis komponen utama kehijauan, kecerahan dan kebasahan dan komponen indeks vegetasi NDVI, BI dan NDWI di gunakan dalam jurnal ini. Diketahui bahwa perubahan lahan akibat longsor bisa di deteksi menggunakan metode CVA dan image differencing, metode CVA dapat digunakan untuk stratifikasi berbagai jenis perubahan tutupan lahan akibat tanah longsor. Menggunakan klasifikasi multispektral komponen NDVI diketahui bahwa luas lahan terbuka akibat longsor adalah 1.170 m<sup>2</sup>, yaitu dengan panjang longsor 1.823 m, pada slope atau kemiringan lahan 25-40% hingga >40%. **Kata kunci:** citra satelit, Landsat 5, tanah longsor, Change Vector Analysis (CVA), Aceh.

**Abstract.** This paper discusses the use of Landsat 5 multitemporal satellite imagery to analyze land cover changes in due to landslide in Paya Ateuk sub-district Aceh Selatan province in May 2008. Satellite images data used are 2007 and 2009. Change vector analysis (CVA) and image differencing method with component analysis greenness, brightness and wetness and components vegetation index NDVI, BI and NDWI is use in this journal. It is known that land cover changes due to landslides can be detected using image differencing method and the CVA method, CVA method can be used to stratify various types of land cover changes due to landslides. Using multispectral classification NDVI component, known that the open land area due to landslides is 1,170 m<sup>2</sup>, with landslide avalanche length is 1,823 m, at the slope of 25-40% to > 40%. **Keywords:**

*satellite image, Landsat 5, landslides, Change Vector Analysis (CVA), Aceh.*

### Pendahuluan

Bencana tanah longsor bersifat lokal, namun banyak tersebar di seluruh daerah di Sumatera. Dalam jangka waktu lama, bencana tanah longsor menyebabkan lebih banyak kerugian dibandingkan bencana lain. Jumlah kejadian tanah longsor semakin meningkat memasuki musim penghujan terutama di daerah-daerah perbukitan terjal (Arifianti, 2012).

Bencana tanah longsor pada 30 Mei dan 5 Juni 2008 di Desa Paya Ateuk Kabupaten Aceh Selatan mengakibatkan 1 orang meninggal, 45 rumah tertimbun longsor, 402 orang mengungsi dan menyebabkan kerusakan lahan pertanian (BNPB, 2014).

Pengamatan tanah longsor masih mengutamakan teknik 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 (Jaya, 2005). Analisis tanah longsor dapat dilakukan secara langsung (*in-situ*) maupun secara penginderaan jauh (*remote sensing*) (Lau, 2006).

Salah satu akibat dari tanah longsor adalah perubahan lahan akibat dari tumpukan material, bahan rombakan atau longsor (Lynn & Peter, 2008). Analisis bencana longsor dapat dilakukan dengan melihat perubahan tutupan lahan sebelum dan sesudah kejadian longsor dengan citra satelit (Tofani, 2013). Metode analisis citra satelit untuk menganalisis longsor yang terjadi di Paya Ateuk, Aceh Selatan dalam jurnal ini menggunakan

metode *Change Vector Analysis (CVA)* dan *Image differencing*, dengan data citra satelit landsat tahun 2007 dan 2009.

*Change Vector Analysis (CVA)* adalah metode yang digunakan untuk menentukan perubahan tutupan lahan suatu wilayah dengan menentukan intensitas dan dimensi dari perubahan tersebut. Proses deteksi perubahan luas tutupan lahan dengan metode CVA menggunakan Magnitude (jarak perubahan vektor) dan Direction (arah perubahan vektor). Metode CVA menggunakan dua citra multispektral yang datanya diambil pada interval waktu yang berbeda (Lorena et al, 2002).

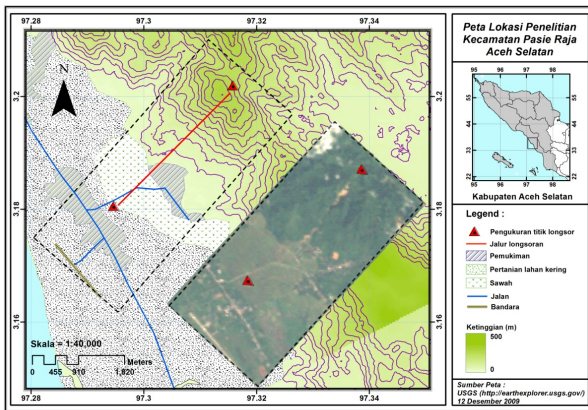
Analisis deteksi perubahan lahan metode CVA dapat dilakukan dengan menggunakan komponen indeks vegetasi yaitu BI, NDVI (Son et al., 2009; Novianti, 2012), NDWI (Lau, 2006) dan menggunakan komponen utama komponen kecerahan, kehijauan dan kebasahan dengan menggunakan transformasi Tasseled Cap (Lorena et al., 2002; Lau, 2006). Langkah pertama dari metode CVA adalah dengan menerapkan Tasseled Cap transformasi (Kauth & Thomas, 1976).

Selain dengan Analisis metode CVA perubahan lahan akibat longsor dapat di deteksi juga menggunakan metode *image differencing* yaitu dengan melihat perubahan nilai digital citra sebelum dan sesudah longsor dengan pengurangan nilai digital citra satelit sebelum dan sesudah longsor (Lau, 2006).

## Metodologi

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini mengambil tempat di Desa Paya Ateuk Kecamatan Pasir Raja Kabupaten Aceh Selatan. Desa Paya Ateuk terletak pada zona UTM (*Universal Transverse Mercator*) zona 48 North UTM. Letak geografis kejadian longsor di Kecamatan Pasir Raja, pada tanggal 30 Mei 2008 terletak pada pada koordinat  $97^{\circ}17'40,42''$  -  $97^{\circ}18'56,57''$  BT dan  $3^{\circ}10'50,10''$  -  $3^{\circ}12'7,11''$  LU, dengan tingkat kemiringan lereng agak terjal yaitu antara  $25^{\circ}$  -  $45^{\circ}$ . Peta daerah penelitian dan foto tempat kejadian longsor dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Peta lokasi penelitian di Desa Paya Ateuk, Pasir Raja, Aceh Selatan (kiri) dan kondisi pada saat terjadi tanah longsor (kanan) (Foto: Ismail, 2012).

### Data dan Metode Penelitian

Analisis data dalam penelitian ini yaitu dengan menghitung perubahan lahan akibat tanah longsor di Desa Paya Ateuk menggunakan citra satelit landsat 5 perekaman tahun 2007 untuk sebelum kejadian longsor dan tahun 2009 untuk data citra satelit sesudah tanah longsor resolusi 30 m dengan metode CVA, komponen vegetasi BI - NDVI dan komponen utama kehijauan dan kecerahan menggunakan data citra satelit multitemporal dan transformasi *Thomas Kauth*.

### Indeks Tanaman

NDVI (*Normalized Difference of Vegetation Index*) adalah perhitungan citra yang digunakan untuk mengetahui tingkat kehijauan daun, yang sangat baik sebagai awal dari pembagian daerah vegetasi. NDVI dapat menunjukkan parameter yang berhubungan dengan parameter vegetasi yaitu, biomassa dedaunan hijau. Daerah dedaunan hijau merupakan nilai yang dapat diperkirakan untuk pembagian vegetasi (Bose et al., 2012).

Nilai NDVI dapat diperoleh yaitu dengan membandingkan pengurangan data dari *channel*

(kanal atau saluran) *NIR* (*Near Infrared*) dan *red* (*Infra Red*) dengan penjumlahan dari kedua *channel* tersebut. Rumus NDVI adalah sebagai berikut (Lau, 2006) :

$$NDVI = \frac{NIR-red}{NIR+red} \quad [1]$$

Dengan *NDVI*: Nilai *Normalized Difference of Vegetation Index*, *NIR*: Nilai digital pada band *Near Infra Red*, *red*: Nilai digital pada band *Infra Red*.

*Normalized Difference Water Indeks* (*NDWI*) merupakan indeks vegetasi tanaman hasil perhitungan citra satelit yang berasal dari logaritma band *Near-Infrared* (*NIR*) dan *Short Wave Infrared* (*SWIR*), perhitungan indeks tanaman ini pada prinsipnya menekan pantulan tanaman dan meningkatkan pantulan air (McFeeters, 1996).

$$NDWI = \frac{NIR-SWIR}{NIR+SWIR} \quad [2]$$

Dengan *NDWI*: Nilai *Normalized Difference Water Index*, *NIR*: Nilai digital pada band *Near Infra Red*, *SWIR*: Nilai digital pada band *Short Wave Infra Red*.

*Bare Soil Indeks* (*BI*) atau indeks lahan terbuka adalah indeks perhitungan citra satelit yang berasal dari logaritma band *Short Wave Infrared* (*SWIR*), band *Red* dan band *Blue*. Perhitungan indeks ini pada prinsipnya meningkatkan nilai pantulan daerah tanah gundul atau lahan beru. Perhitungan *BI* menggunakan rumus berikut (Jamalabad & Abkar, 2004)

$$BI = \frac{(SWIR+Red)-(NIR+Blue)}{(SWIR+Red)+(NIR+Blue)} \quad [3]$$

Dengan *BI*: Nilai *Bare Soil Index*, *SWIR*: Nilai digital pada band *Short Wave Infra Red*, *Red*: Nilai digital pada band *Red*, *Blue*: Nilai digital pada band *Blue*.

#### Komponen Utama

*Image Differencing* metode transformasi linier menggunakan data citra satelit multitemporal transformasi Thomas Kauth (Kauth & Thomas, 1976) yaitu dengan pengurangan nilai digital number antara 2 citra satelit komponen kehijauan, kecerahan dan kebasahan juga di gunakan untuk menganalisis perubahan lahan akibat longsor (Lau, W. Y., 2006). *Image Differencing* dengan transformasi Thomas Kauth menggunakan rumus:

$$\Delta Brightness = Brightness_1 - Brightness_2 \quad [4]$$

$$\Delta Greenness = Greenness_1 - Greenness_2 \quad [5]$$

$$\Delta Wetness = Wetness_1 - Wetness_2 \quad [6]$$

dengan:

$$Brightness = 0.3037(Band1) + 0.2793(Band2) + 0.4743(Band3) + 0.5585(Band4) + 0.5082(Band5) + 0.1800(Band7) \quad [7]$$

$$Greenness = 0.2848(Band1) - 0.2435(Band2) + 0.5436(Band3) + 0.7243(Band4) + 0.0840(Band5) - 0.1800(Band7) \quad [8]$$

$$Wetness = 0.1509(Band1) + 0.1973(Band2) + 0.3279(Band3) + 0.3406(Band4) - 0.7112(Band5) - 0.4572(Band7) \quad [9]$$

#### Metode Change Vector Analysis (CVA)

*Change Vector Analysis* (*CVA*) adalah metode yang digunakan untuk menentukan perubahan suatu wilayah dengan menentukan intensitas dan dimensi dari perubahan tersebut. Proses deteksi luas lahan dengan metode *CVA* menggunakan *Magnitude* (jarak perubahan vektor) dan *Direction* (arah perubahan vektor). Metode *CVA* menggunakan dua citra multispektral yang datanya diambil pada interval waktu yang berbeda (Lorena et al., 2002). Langkah pertama dari metode *CVA* dengan komponen kehijauan dan kecerahan adalah dengan menerapkan transformasi *Tasseled Cap*.

Perhitungan metode *CVA* yaitu dengan cara menghitung nilai *magnitude* (*s*) dan nilai *direction* (*tg α*). nilai *magnitude* (*s*) merupakan nilai besaran perubahan lahan dan nilai *direction* (*tg α*) merupakan arah perubahan lahan (Son, T.S., d.k.k., 2009). Nilai *magnitude* (*s*) di hitung dengan rumus:

$$S = \sqrt{(NDVI_2 - NDVI_1)^2 + (BI_2 - BI_1)^2} \quad [10]$$

sedangkan nilai *direction tg α* dihitung dengan rumus :

$$tg \alpha = \frac{BI_2 - BI_1}{NDVI_2 - NDVI_1} \quad [11]$$

Dengan *S* : *Magnitude*, besarnya perubahan, *tg α*: arah perubahan, *BI<sub>T</sub>* : nilai *Bare Soil Index* pada *T1* tanggal awal dan *T2* tanggal akhir, *NDVI<sub>T</sub>*: Nilai *Normalized Difference Water Index* *T1* tanggal awal dan *T2* tanggal akhir.

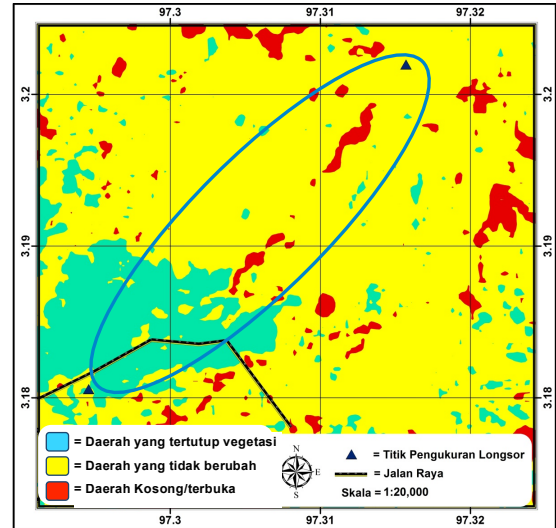
Selanjutnya dari perhitungan *magnitude* dan *direction* akan diperoleh tabel dimensi perubahan lahan. Dimensi perubahan lahan diperoleh dari perubahan nilai digital citra satelit setiap komponen yaitu *NDVI-BI* dan kecerahan-kehijauan. Tabel perubahan lahan dari metode *CVA* dalam penelitian ini terdapat dalam Tabel 1 dan 2.

**Tabel 1.** Tabel perubahan nilai komponen vegetasi BI dan NDVI (Son et al., 2009).

Perubahan Dimensi	Nilai BI	Nilai NDVI	Penjelasan
Dimensi-I	+	+	Pengurangan kelembaban/daerah kering
Dimensi-II	+	-	Peningkatan daerah kosong/terbuka
Dimensi-III	-	-	Tubuh air/ daerah dengan kelembaban tinggi
Dimensi-IV	-	+	Peningkatan daerah yang tertutup vegetasi

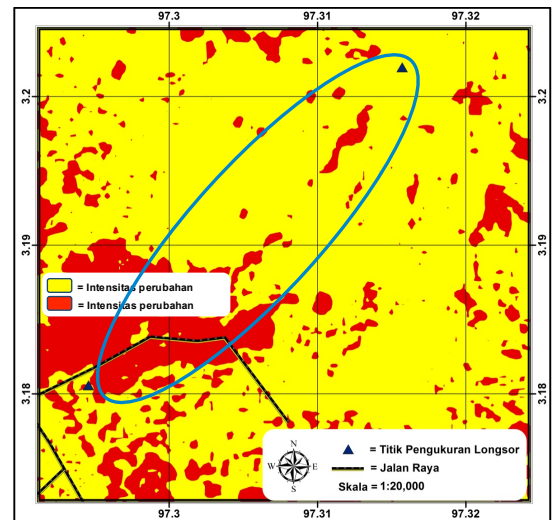
**Tabel 2.** Tabel perubahan nilai komponen kecerahan dan kehijauan (Lorena et al., 2002).

Perubahan Dimensi	Nilai Kecerahan	Nilai Kehijauan	Penjelasan
Dimensi-I	+	+	Pengurangan biomassa/ daerah kering
Dimensi-II	+	-	Peningkatan daerah kosong/ terbuka, deforesasi
Dimensi-III	-	-	Tubuh air/daerah dengan kelembaban tinggi
Dimensi-IV	-	+	Peningkatan daerah yang tertutup vegetasi



**Gambar 2.** Dimensi perubahan daerah longsor komponen NDVI dan BI.

Dilihat dari intensitas perubahan lahan Gambar 3 daerah longsor (lingkaran biru) merupakan daerah yang mengalami intensitas perubahan lahan yang tinggi.



**Gambar 3.** Intensitas perubahan daerah longsor komponen NDVI dan BI.

**Hasil dan Pembahasan**

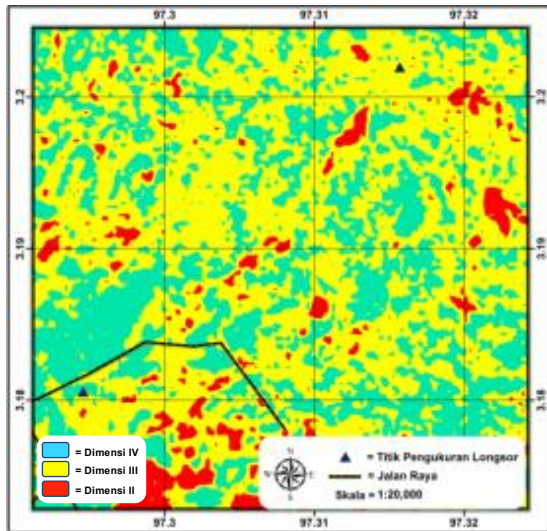
*Analisis deteksi perubahan lahan akibat longsor dengan Metode CVA komponen NDVI dan BI*

Hasil analisis diketahui di daerah pengukuran longsor mengalami perubahan lahan, pada Gambar 2 dari daerah yang tertutup vegetasi menjadi daerah kosong atau terbuka pada Dimensi II (warna merah) terutama di daerah lingkaran biru (daerah longsor), daerah dengan warna kuning merupakan daerah yang tidak mengalami perubahan signifikan atau tetap. Daerah biru merupakan daerah yang mengalami perubahan yaitu peningkatan daerah yang tertutup vegetasi. Daerah biru yang luas di bawah merupakan daerah deposit longsor akibat longsor tahun 2008. Daerah ini sudah mengalami perubahan menjadi daerah yang tertutupi oleh vegetasi.

*Analisis Deteksi Perubahan lahan akibat longsor dengan metode CVA Komponen Kecerahan dan Kehijauan*

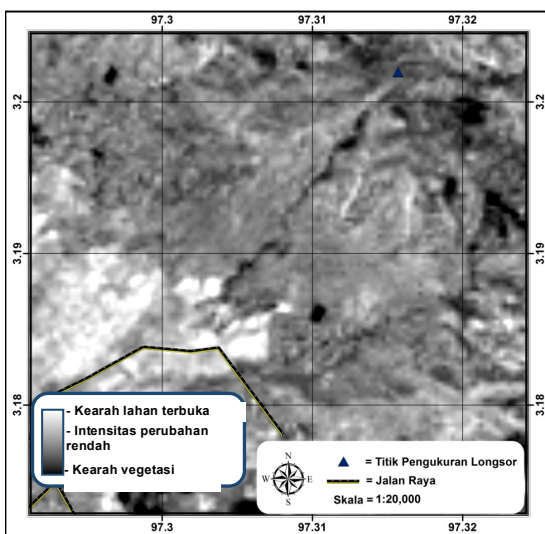
Dimensi perubahan berdasarkan komponen kecerahan dan kehijauan di daerah longsor ditunjukkan pada Gambar 4. Dimensi perubahan daerah longsor komponen kecerahan dan kehijauan, menunjukkan pola yang relatif sama dengan komponen NDVI dan BI, diketahui bahwa warna merah (di dalam lingkaran biru) merupakan daerah dimensi II dengan nilai perubahan

kecerahan + (positif) dan nilai perubahan kehijauan - (negatif) daerah ini merupakan daerah yang mengalami perubahan lahan dari tertutup vegetasi menjadi lahan terbuka atau kosong. di ketahui juga terdapat daerah dengan Dimensi II di luar daerah longsor, yang berubah antara tahun 2007 dan 2009.



**Gambar 4.** Dimensi perubahan daerah longsor komponen kecerahan dan kehijauan.

Jika dilihat dari intensitas perubahan lahan, Gambar 5, intensitas atau tingkat perubahan lahan komponen kecerahan dan kehijauan.



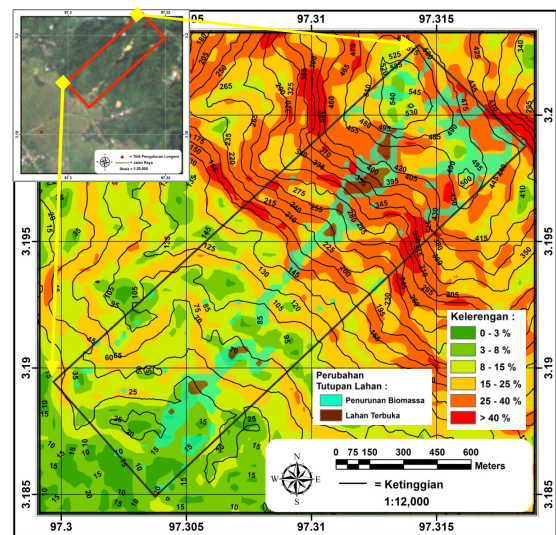
**Gambar 5.** Intensitas perubahan daerah longsor komponen kecerahan dan kehijauan.

Warna gelap merupakan daerah dengan intensitas perubahan lahan yang tinggi dari lahan tertutup vegetasi ke lahan kosong, daerah dengan

warna terang atau lebih terang merupakan daerah yang mengalami perubahan tingkat kehijauan atau tutupan lahan menjadi daerah bervegetasi. Daerah dengan warna abu-abu merupakan daerah dengan intensitas perubahan kecil hingga tidak ada perubahan. Diketahui bahwa antara daerah pengukuran longsor (segitiga warna biru) merupakan daerah yang mengalami intensitas perubahan yang tinggi dari daerah tertutup vegetasi menjadi daerah terbuka.

**Klasifikasi Multispektral**

Klasifikasi tutupan lahan dilakukan fokus di daerah longsor dengan menggunakan dasar klasifikasi nilai NDVI *diferensi* antara tahun 2007 dan tahun 2009, kemudian ditumpang-susun dengan peta kelergan dan ketinggian. Tumpang susun ini dilakukan untuk mengetahui perubahan tutupan lahan akibat longsor tahun 2008 dengan kelergan (Gambar 6).



**Gambar 6.** Peta kelerengan dan perubahan lahan daerah penelitian.

Diketahui bahwa, warna coklat merupakan daerah yang berubah menjadi terbuka tanpa tutupan lahan, daerah yang mengalami penurunan tingkat kehijauan daun (vegetasi), daerah dengan warna hijau muda merupakan daerah yang tidak berubah dilihat dari perubahan nilai digital komponen NDVI. Daerah dengan warna hijau tua merupakan daerah yang mengalami peningkatan tingkat kehijauan daun (vegetasi) atau daerah dengan penambahan biomassa tanaman. Luasan lahan yang berubah selama tahun 2007 sampai dengan tahun 2009 di daerah longsor (Gambar 5) disajikan dalam Tabel 3.

**Tabel 3.** Tabel luasan perubahan tutupan lahan.

Daerah	Luas (m <sup>2</sup> )	Keterangan
Daerah 1	1170	Peningkatan daerah kosong/terbuka, deforesasi
Daerah 2	8610	Pengurangan biomassa/daerah kering

Hasil diferensi citra satelit antara tahun 2007 dan 2009 dengan komponen NDVI diketahui bahwa daerah yang mengalami perubahan menjadi lahan terbuka kosong adalah seluas 1.170 m<sup>2</sup>, yaitu merupakan daerah yang berubah akibat longsor tahun 2008. Panjang daerah ini adalah 1.823 m yang diukur dari ketinggian 530 m dpl (diatas permukaan laut) (puncak) ke ketinggian 20 m dpl (dasar).

### Kesimpulan

Teknik analisis citra satelit dengan metode *Change Vector Analysis* dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan lahan akibat longsor di Pasie Raja. Dari metode CVA dengan komponen vegetasi NDVI-BI dan komponen utama kecerahan-kehijauan yang digunakan dalam jurnal ini diketahui bahwa dengan citra perekaman tahun 2009 longsor masih dapat dideteksi. Semua komponen yang digunakan menunjukkan adanya perubahan lahan dari lahan vegetasi menjadi lahan terbuka di daerah longsor. Menggunakan klasifikasi multispektral komponen NDVI diketahui bahwa luas lahan terbuka akibat longsor adalah 1.170 m<sup>2</sup>, yaitu dengan panjang longsor 1.823 m, pada *slope* atau kemiringan lahan 25-40% hingga >40 %.

### Daftar Pustaka

- Arifianti, Y. 2011. Buku Mengenal Tanah Longsor Sebagai Media Pembelajaran Bencana Sejak Dini. *Bulletin Vulkanologi dan Bencana Geologi* Volume 6 Nomor 3 Desember 2011 : 21-24.
- BNPB. 2014. *Data dan Informasi Bencana Indonesia*. ([http://dibi.bnpb.go.id/DesInventar/simple\\_data.jsp](http://dibi.bnpb.go.id/DesInventar/simple_data.jsp)). di akses 9 Agustus 2014.
- Bose, A.S.C., Viswanadh, G.K., Giridhar, M.V.S.S, and Sridhar, P. 2012. Assessment Of Land Use Land Cover Changes In Middle Godavari (G-5) Sub Basin Of River Godavari Using RS And GIS. *International Conference on Water Resources XIX*.
- Jamalabad, M. S., and Abkar, A. A., 2004. Forest Canopy Density Monitoring Using Satellite Images. *XXth ISPRS Congress, Istanbul*, P.295-309.
- Jaya, I. N. S., 2005. Teknik Mendeteksi Lahan Longsor Menggunakan Citra Spot Multiwaktu : Studi Kasus di Teradomari, Tochio, dan Shidata Mura, Niigata, Jepang. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* Vol. X No.1 : 31-48.
- Kauth, R.J., Thomas, G.S., 1976. The Tasseled Cap – A Graphic Description Of The Spectral Temporal Development of Agricultural Crops As Seen by Landsat. *Proceeding of the Symposium on Machine Processing of Remotely Sensed Data*. Purdue University, West Lafayette, Indiana, (p.47-51).
- Lau, W. Y. 2006. Environmental Change Detection In Relation To Landslide Hazard Using Landsat TM Imagery. *Thesis*, The University of New South Wales Sydney, Australia.
- Lorena, B. R. Santos, J. R., Shimabukuro, Y. E., Brown, I. F., and Kux, H. J. H., 2002 A Change Vector Analysis Technique To Monitor Land Use/Land Cover In Sw Brazilian Amazon: Acre State. *IV Conference Integrated Remote Sensing at the Global, Regional and Local Scale*. Denver, CO USA., Volume XXXIV Part 1.
- Lynn, H., and Peter, B., 2008. *Landslide Handbook A Guide to Understanding Landslides*. U.S. Geological Survey, Virginia.
- Son, T. S., LAN, P. T., CU, P. V., and Vietnam. 2009. Land Cover Change Analysis Using Change Vector Analysis Method in Duy Tien District, Ha Nam Province in Vietnam. *7<sup>th</sup> FIG Regional Conference TS 1G - Remote Sensing for Sustainable Development*, Hanoi, Vietnam.