

Penggunaan Citra Satelit Multi-Temporal Untuk Kajian Perubahan Pola Sungai dan Lahan di Sekitar Aliran Sungai Pasca Erupsi Gunung Api (Studi Kasus: Sub DAS Konto)

Syahridzal Putra Arinta¹, Agung Budi Cahyono²

¹⁾²⁾Jurusan Teknik Geomatika, FTSP, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail: agungbc@geodesy.its.ac.id

Abstrak — Wilayah Indonesia terletak di pertemuan antara tiga buah lempeng yaitu lempeng Eurasia, Indo-Australia dan Pasifik. Hal inilah yang membuat Indonesia kaya akan gunung api yang aktif. Wilayah Indonesia juga dikenal terletak pada lingkaran api (ring of fire). Bencana Letusan Gunung api akan membawa material erupsi (*Pyroclastic*) dan menyebabkan adanya banjir lahar hujan. Banyaknya material erupsi akan mengubah tata guna lahan serta dapat menimbulkan potensi kerusakan lahan di Area Sub DAS Konto. Selain itu, material erupsi yang terbawa hujan yang sangat kencang dan memiliki debit air yang besar akan menjadi faktor berubahnya bentuk dan Pola Sungai Konto.

Untuk memantau perubahan tersebut, maka dilakukan penelitian terhadap perubahan lahan dan perubahan pola sungai pada Sub DAS Konto sebelum dan setelah terjadinya erupsi Gunung Kelud menggunakan Citra Satelit Multi-Temporal. Penelitian dilakukan dengan menggunakan citra satelit Landsat 8 sehingga lebih efektif dan efisien terutama untuk daerah yang berubah secara cepat, serta cakupan yang lebih luas. Metode yang dapat digunakan untuk memantau perubahan pola sungai adalah dengan menggunakan *Directional Filtering*. Sedangkan, untuk perubahan tata guna lahan diklasifikasikan dengan menggunakan metode klasifikasi terbimbing (*supervised classification*).

Dari hasil pengolahan dan analisis hasil didapatkan bahwa terjadi perubahan pola dan luas pada sebagian aliran sungai Konto sepanjang Kecamatan Kepung, Kab. Kediri sejak Juni 2013 (Pra Erupsi Gunung Kelud) sampai April 2014 (Pasca Erupsi Gunung Kelud) sebesar sebesar 46565,77 m² atau seluas 4,67 Ha. Kemudian untuk perubahan luas tata guna lahan didapatkan bahwa material erupsi menutupi kelas lain (Badan Air, Sawah, Perkebunan, dll) sebesar 1542,69 Ha.

Kata Kunci— Erupsi Gunung Api, Citra Satelit Multi-Temporal, *Directional Filtering*

I. PENDAHULUAN

Gunung Kelud adalah salah satu gunung berapi aktif yang terletak di perbatasan antara Kabupaten Kediri, Kabupaten Blitar, dan Kabupaten Malang. Sejak tahun 1000 M, Kelud telah meletus lebih dari 30 kali [1]. Letusan gunung api merupakan bagian dari aktivitas vulkanik yang dikenal dengan istilah erupsi. Sedangkan bahaya letusan gunung api dapat berupa awan panas, lontaran material (pijar), hujan abu lebat, lava, gas racun, tsunami dan banjir lahar [2]. Ciri khas dari Gunung Kelud ini adalah adanya danau kawah, yang dalam kondisi letusan dapat menghasilkan aliran lahar letusan dalam jumlah besar, dan

membahayakan penduduk sekitarnya, Gunung ini memiliki tipe stratovulkan dengan karakteristik letusan eksplosif. Menurut BMKG, banjir lahar dingin ini mengalirkan 105 juta meter kubik material Gunung Kelud melalui 11 sungai yang berhulu di gunung itu dan mengancam 28 desa di Kabupaten Blitar dan 6 desa di Kabupaten Kediri.

Dampak lahar dingin terhadap lahan disekitar aliran atau bantaran sungai merupakan bahaya sekunder yang perlu diwaspadai, khususnya terhadap lahan pertanian karena akan terjadinya pengurangan kesuburan lahan pertanian, akibat tergerus atau tertutup lahar. Wilayah yang kemungkinan terdampak lahar dingin adalah yang dekat dengan bantaran sungai. Lahar dingin lebih miskin akan kandungan unsur yang bermanfaat bagi tanaman, oleh karena sudah tercuci oleh air. Selanjutnya, lahan pertanian yang terdampak lahar dingin ini memerlukan tambahan unsur yang cepat tersedia dengan menggunakan pupuk atau sejenisnya [3].

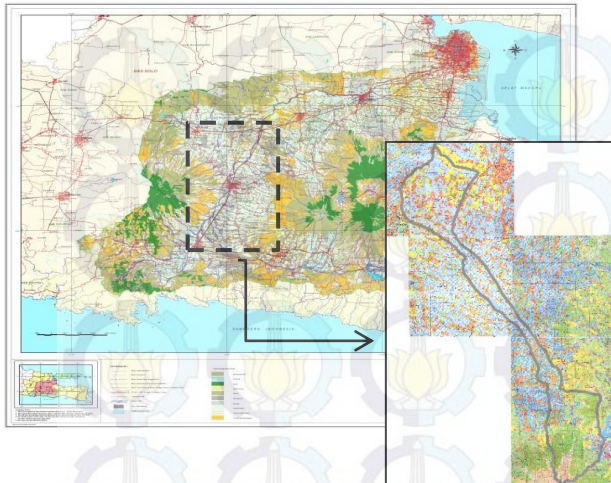
Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui perubahan bentuk sungai dan lahan di sekitar aliran sungai pasca akibat lahar dingin pasca erupsi Gunung Kelud. Teknik penginderaan jauh digunakan dalam penelitian ini karena dapat *monitoring* perubahan bentuk sungai dan *assessment* kerusakan lahan dalam hal perubahan luas lahan akibat luapan material erupsi secara lebih cepat dan efektif. Untuk mengidentifikasi perubahan fitur dan objek digunakan klasifikasi *supervised* (terselia). Salah satu metode yang klasifikasi pada klasifikasi terbimbing yang digunakan untuk klasifikasi tutupan lahan yaitu klasifikasi berdasarkan kemiripan maksimum (*maximum likelihood*). Sedangkan untuk mengetahui perubahan pola sungai yang meliputi bentuk, luas dan panjang sungai digunakan metode *spatial filtering*. Berbagai metode dalam filtering dapat digunakan untuk menonjolkan aspek fisiografi pada citra. Melalui teknik pemfilteran, variasi relief yang kurang jelas pada citra asli dapat ditonjolkan, sehingga topografi suatu bentuk lahan tertentu dapat dibedakan dari yang lain secara lebih baik [4].

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Wilayah Sub Daerah Aliran Sungai Konto Waduk Jatim Lerek terletak pada koordinat 7° 30' 44.33" LS -112° 6' 43.58" BT dan 7° 56' 4.25" LS - 112° 21' 36.35" BT, secara administratif terletak pada wilayah Kecamatan Ngantang di Kabupaten Malang, Kecamatan Kepung, Kecamatan Kandangan dan Kecamatan Pare di Kabupaten Kediri

sampai dengan Kecamatan Ngoro, Perak dan Bandar Kedung Mulyo di Kabupaten Jombang. Luas wilayah Sub DAS Konto diketahui adalah 19581.66 Ha.



Gambar 1. Lokasi Penelitian, Sub DAS Konto Waduk Jatimlerek – DAS Brantas Jawa Timur (Sumber : BP DAS Brantas – Jawa Timur)

B. Peralatan dan Data

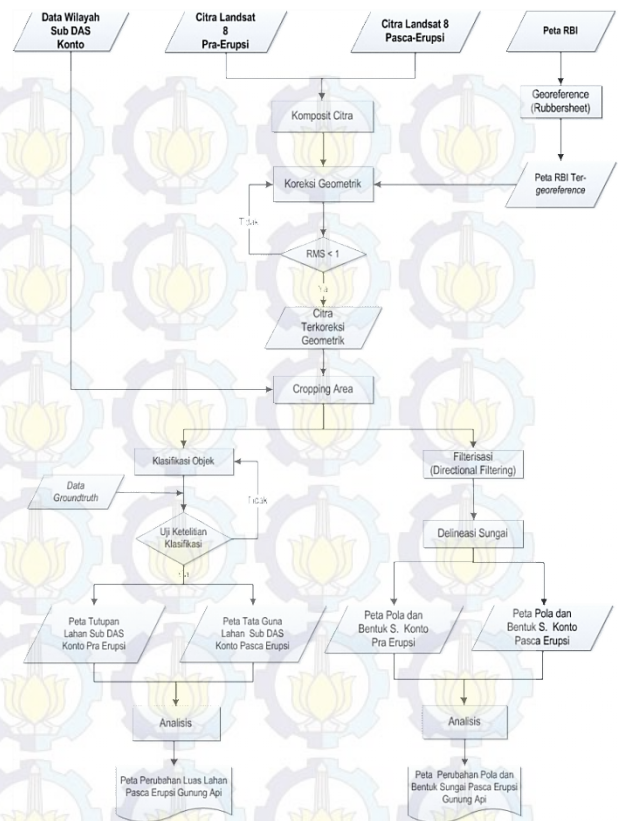
Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- Peta Rupa Bumi Indonesia Kunjang skala 1:25.000 dengan nomor lembar peta:1508-332.
- Peta Rupa Bumi Indonesia Kecamatan Kertosono skala 1:25.000 dengan nomor lembar peta:1508-333.
- Peta Rupa Bumi Indonesia Kecamatan Jombang skala 1:25.000 dengan nomor lembar peta:1508-334.
- Peta Rupa Bumi Indonesia Kecamatan Ngoro skala 1:25.000 dengan nomor lembar peta:1508-341.
- Peta Rupa Bumi Indonesia Krisik skala 1:25.000 dengan nomor lembar peta:1508-321.
- Peta Rupa Bumi Indonesia Kecamatan Kandangan skala 1:25.000 dengan nomor lembar peta:1508-323.
- Peta *landuse* area disekitar Sungai Konto (Sub DAS Konto) milik Balai Besar Wilayah Sungai Brantas format *shape file* tahun 2012.
- Peta Aliran Sungai milik Bakosurtanal format *shape file* tahun 2006.
- Peta Kontur Interval 25 m milik Bakosurtanal format *shapefile* tahun 2006.
- Citra Satelit Landsat 8 OLI WRS Tertanggal 26 Juni 2013 (Sebelum Erupsi).
- Citra Satelit Landsat 8 OLI WRS Tertanggal 21 Februari 2014 (Setelah Erupsi).

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- Perangkat Keras (*Hardware*)
 - Laptop
 - GPS Navigasi Garmin e-Trex
- Perangkat Lunak (*Software*)
 - Image Processing Software digunakan untuk pengolahan data citra satelit termasuk koreksi geometrik dan klasifikasi supervised, *layer stacking*, *mosaik* dan pembuatan batas sungai (*directional filtering*).
 - *ArcGIS 10.1* digunakan untuk deliniasi batas sungai, perhitungan luas area dan sekaligus pembuatan layout peta.

C. Tahapan Pengolahan Data



Gambar 2. Diagram Alir Pengolahan Data

- Komposit Citra**
Komposit citra adalah citra baru hasil dari penggabungan 3 saluran yang mampu menampilkan keunggulan dari saluran-saluran penyusunnya [5] Digunakan komposit citra ini dikarenakan oleh keterbatasan mata yang kurang mampu dalam membedakan gradasi warna dan lebih mudah memahami dengan pemberian warna. Citra komposit akan lebih memudahkan mengidentifikasi suatu objek pada citra. Pada penelitian ini digunakan kombinasi *band* Citra Satelit Landsat 8 dengan karakteristik *Natural Color with Atmospheric Removal* (Band 7, 5, 3).
- Koreksi Geometrik**
Koreksi geometric bertujuan untuk mereduksi terjadinya distorsi geometric pada citra. Hal tersebut dilakukan dengan cara mencari hubungan antara system koordinat citra dengan system koordinat geografis (koordinat tanah) menggunakan *Ground Control Point* (GCP). Koreksi geometrik yang dilakukan menggunakan referensi Peta RBI Terbitan Bakosurtanal skala 1:25000. Hasil atau nilai dari koreksi geometrik diwakili oleh nilai *RMS error* dari perhitungan GCP. Batas toleransi untuk nilai kesalahan *RMS error* adalah kurang dari 1 *pixel*, sehingga apabila nilai *RMS error* lebih dari 1 harus dilakukan perhitungan ulang [6]
- Cropping Citra**
Dilakukan dengan tujuan untuk membatasi daerah penelitian yang biasa dikenal dengan istilah *Region Of Interest* (ROI). *Region Of Interest* dalam penelitian ini yaitu Wilayah Sub DAS Konto CA Waduk Jatimlerek. Selain itu, cropping citra dapat

memperkecil memori penyimpanan sehingga mempercepat proses pengolahan citra lebih lanjut.

4. *Spatial Filtering* dan Delineasi Batas Sungai
Filtering dilakukan untuk mengetahui batas sungai pada citra sehingga memberikan kemudahan dalam penentuan pola sungai. Filter yang digunakan adalah filter arah (*directional filtering*) 30° agar batas sungai pada citra bisa terlihat lebih jelas dan lebih tajam. Berbagai metode dalam filtering dapat digunakan untuk menonjolkan aspek fisiografi pada citra. Melalui teknik pemfilteran, variasi relief yang kurang jelas pada citra asli dapat ditonjolkan, sehingga topografi suatu bentuk lahan tertentu dapat dibedakan dari yang lain secara lebih baik [4]. Delineasi batas sungai dilakukan dengan cara digitasi pada citra hasil filter spasial secara arah (*directional*) untuk pembuatan peta perubahan pola sungai Konto Pra Erupsi dan Pasca Erupsi Gunung Kelud Tanggal 14 Februari 2014.

5. *Klasifikasi Citra*
Klasifikasi citra secara digital merupakan proses pembagian *pixel* kedalam kelas tertentu. Biasanya tiap *pixel* merupakan satu unit perpaduan nilai dari beberapa *band spektral*. Dengan membandingkan suatu *pixel* dengan *pixel* lainnya yang diketahui identitasnya, akan memudahkan untuk memasukkan kelompok yang memiliki *pixel* serupa ke dalam kelas yang cocok untuk kategori informasi yang diperlukan oleh pengguna data *remote sensing*. Klasifikasi citra bertujuan untuk mengelompokkan atau melakukan segmentasi terhadap kenampakkan-kenampakkan yang homogeny dengan menggunakan teknik kuantitatif [7]. Metode yang digunakan adalah klasifikasi terbimbing (*supervised classification*). Metode ini mentransformasikan data citra multispectral ke dalam kelas-kelas unsur spasial dalam bentuk informasi sistematis. Selain itu, proses klasifikasi ini juga dilakukan dengan asumsi bahwa data (*bands*) citra digital yang bersangkutan terdiri dari beberapa *band* (multispektral) citra yang mencakup area yang sama. Pada klasifikasi terbimbing identitas dan lokasi kelas-kelas unsur atau tipe penutup lahan (misalnya: perairan, sawah, lahan kosong, badan air, pemukiman, dan sebagainya) telah diketahui sebelumnya, baik melalui kunjungan ke lapangan (*ground truth surveys*), analisis foto udara (atau citra satelit sebelumnya), maupun cara-cara yang lain. Tipe klasifikasi (*Classification type*) yang digunakan adalah *Maximum Likelihood Standard*. Tipe klasifikasi ini dipilih karena mampu menampilkan hasil klasifikasi yang sesuai dengan warna *training area* yang telah dilakukan. Dari proses klasifikasi dengan menggunakan klasifikasi terbimbing diperoleh kelas penggunaan lahan yaitu: kelas pemukiman, hutan, kebun, badan air, lahan terbuka dan sawah.

6. *Analisis*
Pada tahap ini dianalisa perubahan pola aliran sungai Konto pada daerah Sub DAS Konto Waduk Jatim Lerek dan perubahan luas tata guna lahan pada Sub DAS Konto CA Waduk Jatim Lerek Pra dan Pasca Erupsi. Sehingga diketahui seberapa besar letusan gunung api mempengaruhi perubahan pola sungai dan tutupan lahan disekitar aliran sungai yang di aliri lahar hujan hasil letusan gunung api.

III. HASIL DAN ANALISIS

A. *Koreksi Geometrik*

Pada Koreksi Geometrik yang dilakukan terhadap Citra Satelit Sebelum dan Sesudah terjadinya Erupsi Gunung Kelud menggunakan *image to image rectification*. Pada proses ini digunakan 12 titik *Ground Control Points (GCP)*. Hasil Nilai *RMS – Error* rata – rata pada masing – masing citra adalah :

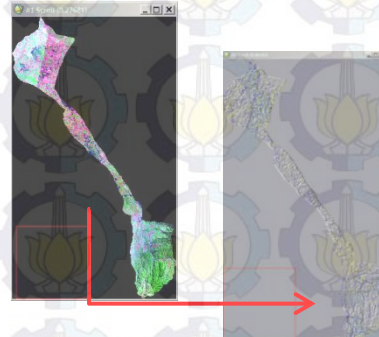
1. Citra Landsat 8 Path/Row 118/065 dan 118/066 Bulan Juni 2013 yang telah di mosaick sebesar 0,2675.
2. Citra Landsat 8 Path/Row 118/065 dan 118/066 Bulan April 2014 yang telah di mosaick sebesar 0,20917.

Hasil *RMSerror* rata-rata citra mempunyai nilai *RMSerror* rata-rata kurang dari 1 *pixel* (Purwadhi, 2001) sehingga dianggap memenuhi toleransi yang diberikan.

B. *Directional Filtering*

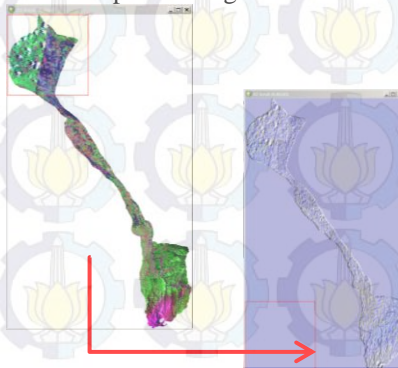
Pada penelitian ini filter *directional* digunakan untuk untuk mengetahui batas topografi antara sungai dan daratan sehingga memudahkan dalam proses delineasi sungai dan penentuan perubahan pola sungai sebelum dan sesudah terjadinya erupsi. Batas sungai pada citra agar bisa terlihat lebih jelas dan lebih tajam maka digunakan input sudut filter *directional* sebesar 30° .

- a. Hasil *Directional Filter* Citra Landsat 8 – Pra Erupsi Gunung Kelud



Gambar 3 Hasil *Directional Filtering* pada Citra Landsat 8 Pra Erupsi

- b. Hasil *Directional Filter* Citra Landsat 8 – Pasca Erupsi Gunung Kelud



Gambar 4 Hasil *Directional Filtering* pada Citra Landsat 8 Pra Erupsi

C. *Klasifikasi Citra Satelit*

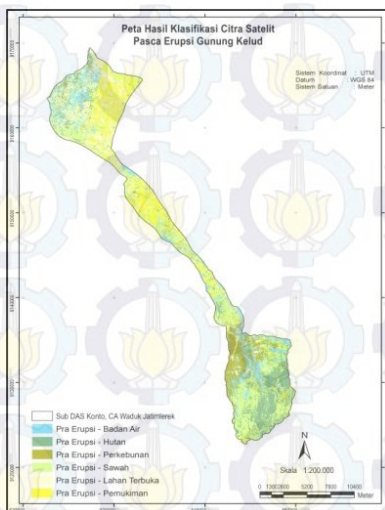
Klasifikasi yang dilakukan pada citra Landsat 8 menggunakan klasifikasi terselia (*Supervised Classification*) *Maximum Likelihood*. Hasil dari klasifikasi citra Landsat Pra Erupsi diklasifikasikan menjadi 6 kelas tata guna lahan yaitu kelas Pemukiman, Hutan, Sawah, Perkebunan, Lahan Terbuka, dan Badan Air. Sedangkan untuk Pasca Erupsi ditambahkan kelas Material Erupsi untuk mengetahui sebaran material Erupsi setelah erupsi Gunung Kelud. Berikut adalah hasil klasifikasi terselia terhadap citra landsat 8.

Tabel 1. Luas Kelas Tutupan Lahan Hasil Klasifikasi Terhadap Citra Satelit Pra Erupsi

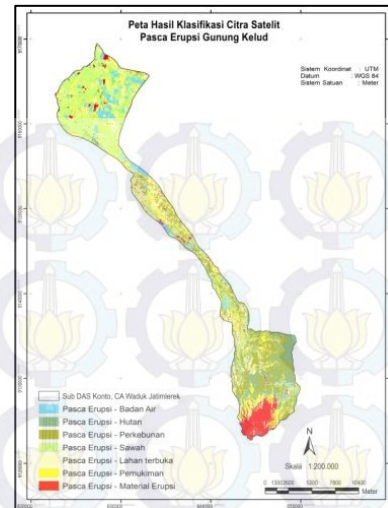
Nama Kelas	Luas (Ha)
Badan Air	2716,83
Hutan	2255,85
Perkebunan	2188,26
Sawah	6385,23
Lahan Terbuka	3431,25
Pemukiman	2604,24
Total	19581,66

Tabel 2. Luas Kelas Tutupan Lahan Hasil Klasifikasi Terhadap Citra Satelit Pasca Erupsi

Nama Kelas	Luas (Ha)
Badan Air	2090,97
Hutan	1821,60
Kebun	3241,44
Sawah	4126,68
Lahan Terbuka	3459,69
Pemukiman	3298,59
Material Erupsi	1542,69
Total	19581,66



Gambar 5. Peta Hasil Klasifikasi Pra Erupsi



Gambar 6. Peta Hasil Klasifikasi Pasca Erupsi

D. *Analisis Perubahan Pola Sungai Konto Setelah Erupsi*

Hasil filtering yang dilakukan pada masing-masing citra yang digunakan kemudian dilakukan digitasi dan di overlay. Pada tabel dibawah ini disajikan gambar *zooming* terhadap beberapa bagian Sungai Konto yang mengalami perubahan bentuk dan meandering sungai :

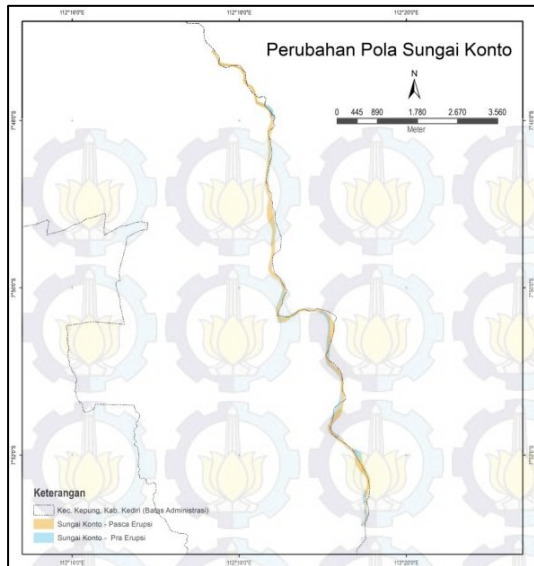
Tabel 3. Perubahan Bentuk dan Pola pada Sungai Konto

Pra Erupsi	Pasca Erupsi	Hasil Overlay

Keterangan :

- Delineasi Sungai Konto Pasca - Erupsi
- Delineasi Sungai Konto Pra - Erupsi

Perubahan tersebut akibat adanya tutupan material piroklastik pasca letusan Gunung Kelud, selain itu terjadi pengangkutan sedimen pada saat terjadi banjir lahar hujan. Berikut ini adalah gambar dan tabel yang menunjukkan perubahan pola Sungai Konto :



Gambar 7. Sebagian Aliran Sungai Konto Pada Saat Pra dan Pasca Erupsi Gunung Kelud 2014

Tabel 3. Perubahan Luas Sebagian Aliran Sungai Konto

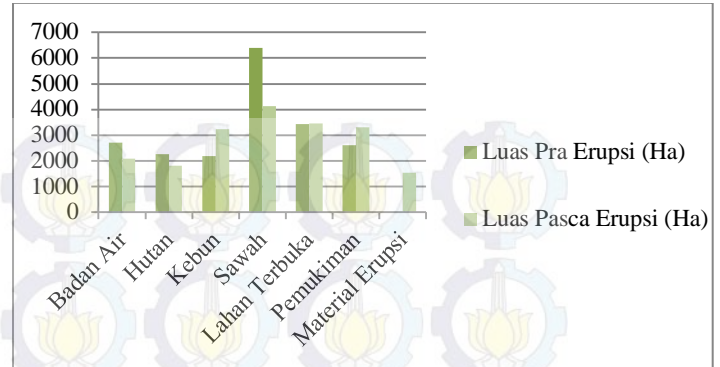
	Panjang (m)	Luas (m ²)	Perubahan Luas (m ²)
Sebelum Erupsi	26582.27	889251.104	46565.77
Sesudah Erupsi	26663.75	842685.336	

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa perubahan luas sungai sebesar 46565,77 m² atau seluas 4,65 Ha. Dengan kata lain, terjadi penyempitan terhadap Sungai Konto yang mengalir di Wilayah Administrasi Kec. Kepung Kabupaten Kediri sebelum terjadinya. Perubahan tersebut dapat disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya adalah:

- a. Sedimen yang dibawa oleh aliran lahar hujan pasca erupsi Gunung Kelud
- b. Material Erupsi Gunung Kelud (piroklastik) yang meluncur dan masuk kedalam sungai, sehingga terjadi penyempitan sungai akibat material tersebut.
- c. Pengembangan wilayah yang dilakukan BP DAS Brantas atau oleh masyarakat disekitar daerah aliran sungai Konto.

E. Analisis Perubahan Tata Guna Lahan Setelah Erupsi

Dari hasil klasifikasi yang dilakukan diperoleh perubahan luas area tata guna lahan dari Bulan Juni tahun 2013 atau sebelum terjadinya Erupsi Gunung Kelud sampai Bulan April tahun 2014 yang ditunjukkan pada grafik berikut ini:



Gambar 4.13 Grafik Perubahan Luas Tata Guna Lahan

Dari grafik diatas dapat dijelaskan bahwa material erupsi yang dimuntahkan Gunung Kelud di area Sub DAS Konto sampai dengan April 2014 sebesar 1542.69 Ha. Material erupsi ini menimbulkan potensial kerusakan pada kelas lainnya, potensial kerusakan yang terbesar yaitu Sawah, Hutan dan Badan Air (Sungai, Empang, Waduk dan Sejenisnya). Dari Grafik diatas ditunjukkan bahwa kelas Sawah mengalami potensial kerusakan terbesar akibat erupsi Gunung Kelud.

IV. KESIMPULAN

1. Pada penelitian ini digunakan metode *Directional Filtering* untuk membuat citra satelit lebih menonjolkan aspek topografis yang berfungsi memisahkan daratan dan sungai atau waduk sehingga diketahui perubahan pola, bentuk dan luasnya.
2. Terjadi perubahan luas pada sebagian aliran sungai Konto sepanjang Kecamatan Kepung, Kab. Kediri sejak Juni 2013 (Pra Erupsi Gunung Kelud) sampai April 2014 (Pasca Erupsi Gunung Kelud) sebesar 46565,77 m² atau seluas 4,67 Ha. Artinya Sebagian Aliran Sungai Konto di Kecamatan Kepung, Kabupaten Kediri menyempit sekitar 5,24 % dari yang sebelum erupsi 88,92 Ha menjadi 84,27 Ha setelah terjadi erupsi.
3. Perubahan tata guna lahan yang dianalisis melalui teknik klasifikasi terselia (*Supervised Classification*) bertujuan memonitoring perubahan luasan kelas lahan yang tertutup material erupsi Gunung Kelud. Didapatkan bahwa material erupsi menutupi kelas lainnya sebesar 1542,69 Ha.
4. Material erupsi akibat erupsi Gunung Kelud yang menutupi kelas lahan menimbulkan potensial kerusakan pada kelas tersebut, potensial kerusakan yang terbesar ke terndah yaitu Sawah, Hutan dan Badan Air (Sungai, Empang, Waduk dan Sejenisnya).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andersen, O.L. 2014. *Kelud Volcano, East-Java, Indonesia*. <url:http://www.oysteinlundandersen.com/Volcanoes/Kelud/Kelud-Volcano-Indonesia> dikunjungi pada 9 Januari 1014 Pukul 22.41 WIB.
- [2] BNPB INDONESIA. 2012. *Panduan Pengenalan Karakteristik Bencana Dan Upaya Mitigasinya di Indonesia*. Set BAKORNAS PB : Jakarta.
- [3] Tim FP UGM. 2014. *Dampak Erupsi Gunung Kelud Terhadap Lahan Pertanian*. Fakultas Pertanian. UGM : Yogyakarta.
- [4] Danoedoro, Projo. 1996. *Pengolahan Citra Digital*. Fakultas Geografi. Universitas Gadjah Mada : Yogyakarta
- [5] Heru, Sigit. 2011. *Pemrosesan Citra Digital*. Yogyakarta.
- [6] Purwadhi, S. H. 2001. *Interpretasi Citra Digital*. Jakarta: Grasindo.
- [7] Adry, R. 2009. *Evaluasi Perubahan Garis Pantai dan Tutupan Lahan Kawasan Pesisir Surabaya dan Sidoarjo*. Surabaya : Teknik Geodesi FTSP-ITS.