

## EVALUASI JUMLAH AREA DAN SEBARAN SEMBURAN LUMPUR DI WILAYAH BENCANA LUMPUR PORONG SIDOARJO DENGAN CITRA SATELIT MULTITEMPORAL

Teguh Hariyanto dan Hepi Hapsari Handayani

Program Studi Teknik Geomatika FTSP-ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111

### Abstrak

Pada tanggal 29 Mei 2006, di Desa Renokenongo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo, muncul semburan lumpur yang lokasinya berada sekitar 150 m dari lokasi eksplorasi sumur Banjarpanji #1. Semburan lumpur panas di lokasi sudah berlangsung 65 bulan, tetapi proses penutupan lubang semburan lumpur panas belum juga berhasil. Semburan lumpur ini tiap harinya semakin besar. Perhitungan volume lumpur yang keluar setiap harinya merupakan parameter penting dalam menentukan skenario jika lumpur tidak dapat dihentikan seterusnya. Dari data yang diambil pada tanggal yang berbeda dengan citra resolusi tinggi maka diharapkan dapat memonitoring sebaran lumpur serta prediksi yang tepat jumlah lumpur yang keluar setiap harinya dengan tepat dan pedugaan untuk waktu selanjutnya.

Tahap pengolahan citra meliputi proses koreksi geometrik, interpretasi citra, dan klasifikasi citra. Citra yang digunakan adalah citra multispektral Ikonos dan GeoEye dengan resolusi sekitar 2,4 m. Citra tersebut diambil multitemporal yaitu pada bulan Juni, Agustus, dan Oktober 2011. Proses koreksi geometrik menggunakan titik kontrol tanah hasil pengukuran GPS geodetik.

Hasil dari koreksi geometrik yaitu RMSe rata-rata sebesar 0,078 piksel. Klasifikasi yang digunakan adalah supervised menggunakan metode mahalanobis dan maximum likelihood. Dari kedua metode tersebut tidak terdapat perbedaan signifikan pada luas area tiap-tiap kelas. Dari hasil klasifikasi ketiga citra tersebut, dapat disimpulkan bahwa luas area lumpur tidak mengalami penurunan yang berarti dan sebaran lumpur mengarah ke Barat dan Utara.

Kata kunci : citra resolusi tinggi, interpretasi dan klasifikasi citra, multitemporal, sebaran lumpur.

### PENDAHULUAN

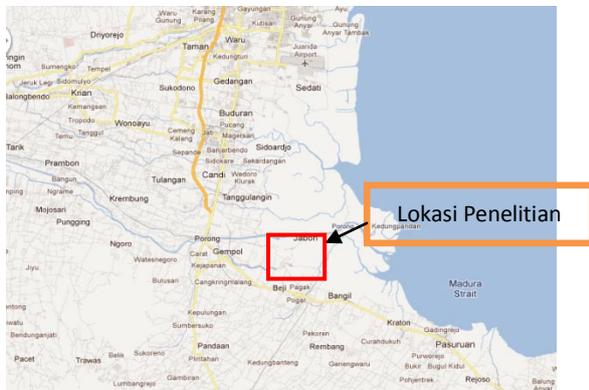
Pada tanggal 29 Mei 2006, di Desa Renokenongo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo, muncul semburan lumpur yang lokasinya berada sekitar 150 m dari lokasi eksplorasi sumur Banjarpanji #1. Debit semburannya pada saat ini adalah sekitar 120.000 m<sup>3</sup>/hari (Teguh, 2007), dan debit tersebut dapat membesar setiap harinya. Luberan lumpur telah menenggelamkan rumah, bangunan sekolah, bangunan pabrik dan lahan pertanian yang berada disekitar sumber semburan lumpur.

Pemerintah membentuk Tim Nasional Penanggulangan Semburan Lumpur di Sidoarjo (Timnas PSLs) melalui Keputusan Presiden No 13 Tahun 2006, September 2006, tepatnya 102 hari setelah musibah berlangsung. Tugas dari Timnas adalah melaksanakan instruksi Presiden tentang 7 (tujuh) langkah penanganan musibah lumpur di Sidoarjo yang diputuskan pada Sidang Kabinet Paripurna 27 September 2006,

Berbagai kegiatan yang dilakukan tim BPLS sampai dengan saat ini bertujuan untuk menghambat aliran dari pusat semburan dengan membuat tanggul cincin serta mengusahakan aliran lumpur menuju ke area pembuangan di Kali Porong. Dalam mempertahankan ketinggian tanggul cincin dan tanggul yang lainnya diperlukan volume urugan dari sirtu yang sangat besar jumlahnya. Hal ini dikarenakan jumlah volume lumpur perharinya antara 100.000 m<sup>3</sup> sampai dengan 120.000 m<sup>3</sup> serta adanya penurunan di pusat semburan atau tanggul cincin sebesar 20 cm per harinya (Teguh, 2007/2008). Pada setiap hari tidak dapat diprediksi dengan tepat penurunan yang sangat ekstrim pada pusat semburan, sehingga sering terjadi tanggul jebol. Berdasarkan pemberitaan di koran Jawa Pos tanggal 18 Maret 2009, tanggul cincin sudah sangat susah untuk dipertahankan, artinya faktor penurunan tanah yang sifatnya ekstrim sudah mengalami perluasan area dari pusat semburan. Hal ini akan membahayakan fasilitas infrastruktur yang ada di sekitar wilayah tersebut.

Semburan lumpur panas di lokasi sudah berlangsung 65 bulan, tetapi proses penutupan lubang semburan lumpur panas belum juga berhasil. Semburan lumpur ini tiap harinya semakin besar. Perhitungan volume lumpur yang keluar setiap harinya merupakan parameter penting dalam menentukan skenario jika lumpur tidak dapat dihentikan seterusnya. Dari data yang diambil pada tanggal yang berbeda dengan citra resolusi tinggi maka diharapkan dapat memonitoring sebaran lumpur serta prediksi yang tepat jumlah lumpur yang keluar setiap harinya dengan tepat dan pedugaan untuk waktu selanjutnya. Kegiatan penelitian yang dilakukan ini akan menunjang dalam pengelolaan bencana lumpur di Porong Sidoarjo dalam jangka waktu yang panjang, karena diperkirakan oleh para ahli geologi bahwa semburan lumpur akan berakhir pada 20 tahun lagi.

Lokasi penelitian ini mengambil studi di daerah Lumpur Sidoarjo yang terletak Dusun Balongnongo Desa Renokenongo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

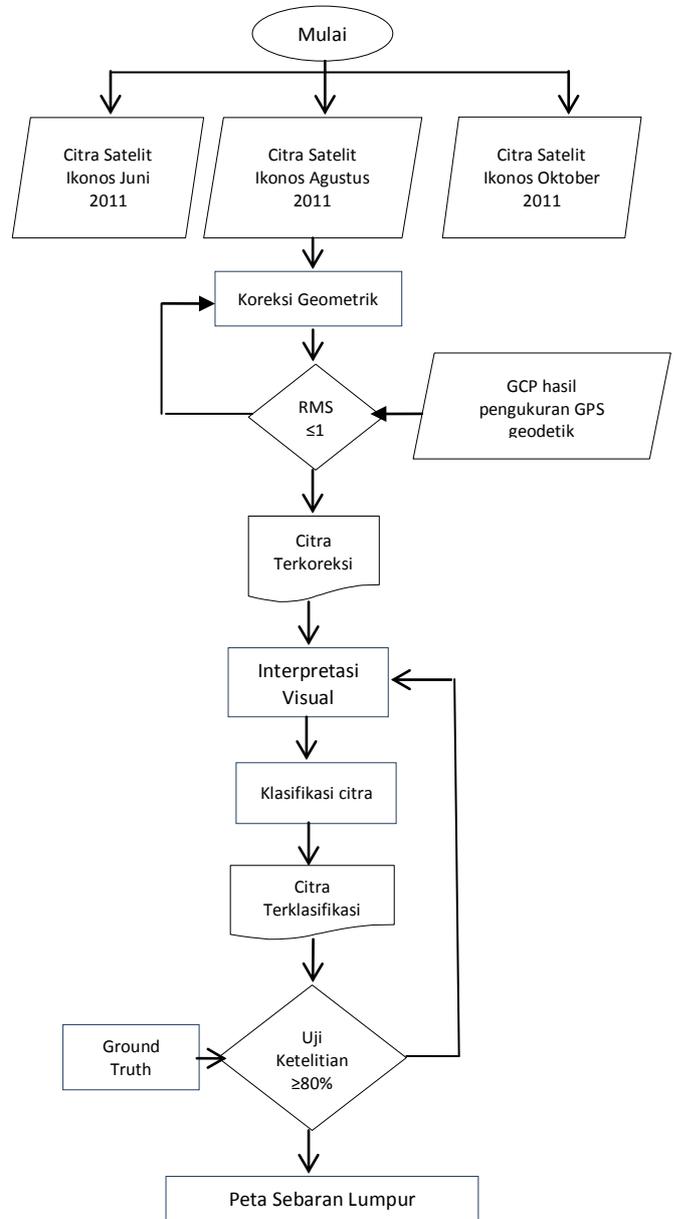
**METODOLOGI PENELITIAN**

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini diantaranya adalah Data citra satelit Ikonos bulan Juni, Agustus, Oktober 2011

Perangkat keras (Hardware) yang digunakan adalah *Notebook*, Kamera digital, *GPS handheld navigasi*, *Total Station*, *GPS Geodetik*. Sedangkan perangkat lunak (Software) yang digunakan berupa *Autodesk Land Desktop 2004* dan *Er Mapper 7.0*.

**Tahap Pengolahan Data**

Tahapan dalam pengolahan data ini adalah:



Gambar 2 Tahap Pengolahan Data

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Klasifikasi Mahalanobis**

Dalam statistik, jarak Mahalanobis adalah pengukuran jarak yang diperkenalkan pada tahun 1936. Hal ini didasarkan pada korelasi antara variabel dengan pola yang berbeda yang dapat diidentifikasi dan dianalisis. Nilai ini digunakan untuk mengukur kesamaan suatu sampel dengan ditetapkan satu sampel ditetapkan

untuk satu diketahui. Secara formal, jarak Mahalanobis dari sebuah vektor multivariat  $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_N)^T$  dari sekelompok nilai dengan  $\mu = (\mu_1, \mu_2, \mu_3, \dots, \mu_N)^T$  dan kovarians matriks  $S$  didefinisikan sebagai:

$$DM(x) = \frac{1}{\sqrt{|S|}} \sqrt{(x - \mu)^T S^{-1} (x - \mu)}$$

**Maximum Likelihood**

Klasifikasi maximum likelihood adalah metode parameter yang menggunakan fungsi distribusi kemungkinan normal (Gaussian) untuk menentukan fungsi distribusi dan sejumlah set training piksel yang telah diketahui kelasnya. Piksel-piksel lain yang belum diketahui kelasnya ditetapkan termasuk salah satu dari kelas-kelas training sample berdasarkan kemungkinan terbesar (klasifikasi Bayes)

**Koreksi Geometrik**

Koreksi geometrik dilakukan pada citra Ikonos bulan Juni menggunakan GCP (ground Control Point) hasil pengukuran GPS geodetik sebagai acuan. RMS yang dihasilkan harus kurang atau sama dengan 1 piksel. Apabila syarat tersebut belum memenuhi, maka harus dilakukan proses koreksi geometrik kembali dengan pengulangan pada tahap interpretasi visual, karena dimungkinkan ada kesalahan dalam menempatkan posisi yang sesuai dengan GCP. Tabel berikut adalah nilai RMSe dari 18 GCP yang digunakan dalam proses koreksi geometrik citra Ikonos bulan Juni.

**Tabel 1. Tabel RMSe hasil koreksi geometrik pada citra Ikonos bulan Juni**

No	Koordinat Citra (piksel)		Koordinat Peta (m)		RMSe (piksel)
	X	Y	Easting	Northing	
1	34493.370	9970.407	692979.906	9170158.577	0.0929
2	7719.990	6924.944	685049.415	9171060.889	0.1854
3	12844.457	35468.921	686566.774	9162606.085	0.1009
4	34121.914	24855.522	692869.523	9165749.571	0.1561
5	20562.595	5072.168	688853.613	9171609.640	0.1551
6	22647.701	32790.982	689470.598	9163399.238	0.0942
7	26864.022	26894.569	690719.700	9165145.728	0.1529
8	12183.229	14917.613	686371.325	9168693.436	0.0379
9	25441.756	19547.315	690298.503	9167321.990	0.0793
10	15235.843	9220.058	687275.666	9170381.039	0.0246
11	20176.697	25043.884	688738.845	9165693.968	0.0658
12	17991.020	16646.152	688091.611	9168181.392	0.0090
13	15499.091	25251.514	687353.295	9165632.492	0.0082
14	17147.288	21351.126	687841.589	9166787.795	0.0460
15	28692.328	13801.005	691261.497	9169024.045	0.0535
16	10109.044	7023.628	685757.102	9171031.702	0.0695
17	24765.281	13641.842	690098.280	9169071.221	0.0363
18	15815.661	14892.510	687447.293	9168700.856	0.0304

Rata<sup>2</sup> RMSe dari proses koreksi geometrik tersebut sebesar 0,078 piksel.

Koreksi geometrik yang dilakukan pada citra bulan Agustus dan Oktober menggunakan metode *image to image*, dimana citra bulan Juni yang telah terkoreksi digunakan sebagai acuan.

**Ground Truth**

Cek lapangan dilakukan untuk mengevaluasi batas wilayah yang telah ditentukan dan melihat kondisi tanggul terkini



**Gambar 3 Daerah Timur Laut tanggul, terlihat lumpur mulai mengering**



**Gambar 4 Daerah Tenggara tanggul, terlihat lumpur benar-benar kering**



**Gambar 5 Daerah Utara tanggul, terlihat lumpur mulai mengering**

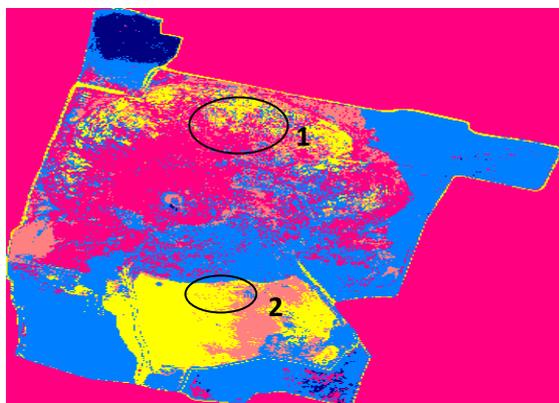


**Gambar 6 Daerah Selatan tanggul, terlihat lumpur benar benar kering**

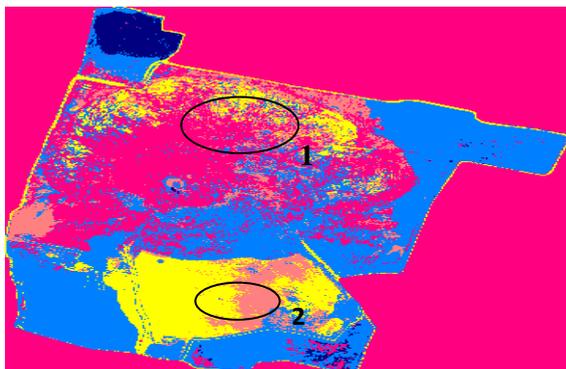
Dari hasil cek lapangan terlihat bahwa tanggul bagian utara, dan timur mulai mongering, sedangkan pada bagian selatan benar<sup>2</sup> kering. Adapun tanggul bagian barat masih tetap berair dan berlumpur.

**Klasifikasi Citra**

Citra bulan Juni diklasifikasi supervised menggunakan metode mahalanobis dan maximum likelihood. Hasil dari klasifikasi tersebut pada gambar di bawah ini



**Gambar 7 Citra bulan Juni 2011 terklasifikasi supervised metode mahalanobis**



**Gambar 8 Citra bulan Juni 2011 terklasifikasi supervised metode maximum likelihood**

Adapun luasan dan kelas dari klasifikasi tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

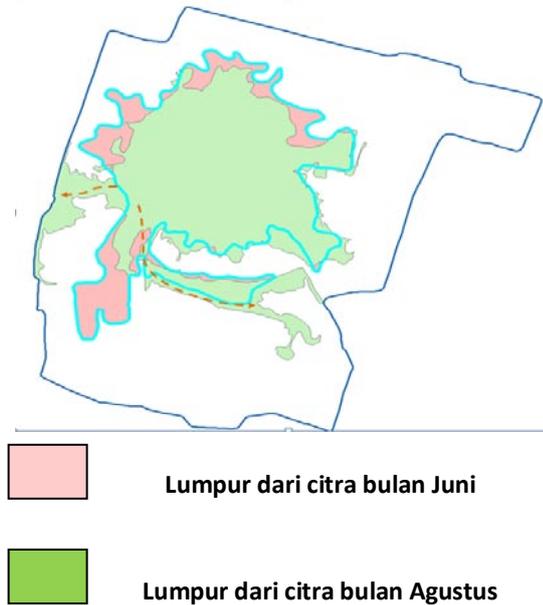
**Tabel 2. Kelas dan luas area hasil klasifikasi supervised.**

Klasifikasi	Warna	Luas area dalam ha (mahalanobis)	Luas area dalam ha (maximum likelihood)
Air Berlumpur	■	17,141	18,097
Lumpur Berair	■	258,155	250,148
Lumpur Baru Mengering	■	75,700	76,901
Lumpur Mengering	■	89,989	89,962
Lumpur Hasil Semburan	■	624,283	630,160

Apabila dilihat sebaran lumpur tiap kelas pada citra secara visual, tidak terlihat perbedaan signifikan antara hasil klasifikasi menggunakan metode mahalanobis dan maximum likelihood. Hanya pada dua area di dalam daerah lingkaran seperti yang terlihat pada gambar 7 dan 8 terdapat perbedaan. Pada lingkaran 1 luas area yang mongering untuk metode mximum likelihood tampak lebih tersebar dan meluas ke utara dibanding pada metode mahalanobis. Dan pada lingkaran 2 terlihat jelas untuk daerah yang berair hasil metode mahalanobis lebih luas dibanding dengan hasil dari metode maximum likelihood.

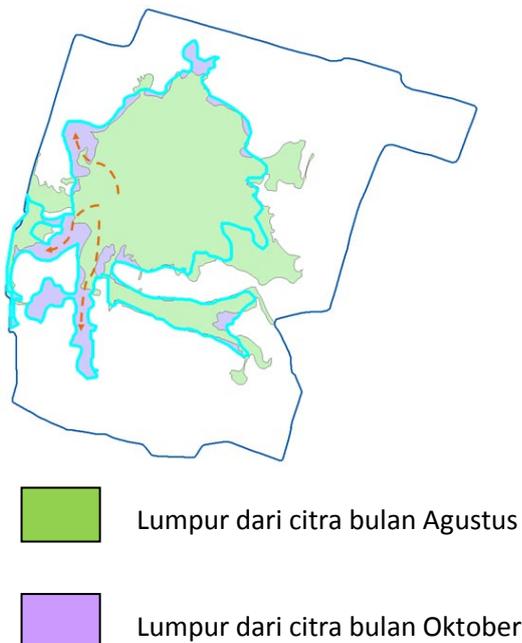
Ditinjau dari luas area yang dihasilkan 2 metode tersebut, perbedaan yang signifikan tampak pada luas dari daerah lumpur berair dan lumpur hasil semburan. Karena pada dua kelas tersebut mempunyai pattern yang tampak sama sehingga kedua metode yang berbasis threshold menghasilkan luas yang berbeda.

**Perubahan dan Sebaran Lumpur Citra Juni-Agustus**



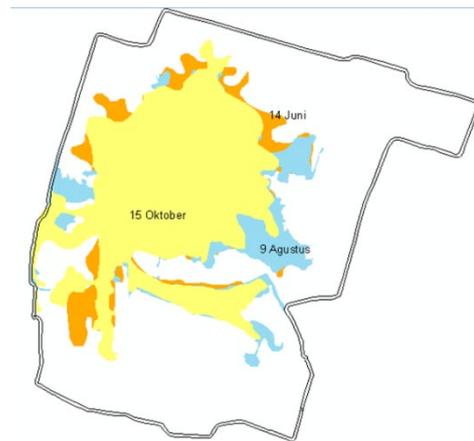
Luas Lumpur Semburan hasil Agustus 2011 mengalami penurunan sebesar 34.304 m<sup>2</sup> dari luas bulan Juni 2011. Perubahan arah aliran dan luasan lumpur antara bulan Juni-Agustus 2011 dominan ke arah Barat Daya 115.949 m<sup>2</sup> dan ke arah Tenggara sebesar 105.132 m<sup>2</sup>.

**Citra Agustus-Oktober**



Luas Lumpur Semburan hasil Oktober 2011 mengalami penambahan sebesar 7.662 m<sup>2</sup> dari luas bulan Agustus 2011. Perubahan arah aliran dan luasan lumpur antara bulan Agustus - Oktober 2011 dominan menuju ke arah Barat dan Selatan yaitu sekitar Area 158.043,070 m<sup>2</sup> dan 4049,240 m<sup>2</sup>

**Citra Juni- Agustus-Oktober**



Dari ketiga citra di atas yaitu bulan Juni, Agustus, dan Oktober terlihat bahwa dalam periode satu tersebut sebaran lumpur cenderung mengarah ke Utara dan Barat dengan perubahan luasan yang tidak signifikan.

**KESIMPULAN**

Dari hasil klasifikasi supervised menggunakan metode mahalalanobis dan maximum likelihood tidak terdapat perbedaan signifikan dalam kelas-kelas klasifikasi.

Selama periode Juni-Oktober, tidak terdapat perubahan luas yang berarti di area semburan lumpur.

Selama periode Juni-Oktober, sebaran lumpur cenderung mengarah ke Barat dan Utara.

**DAFTAR PUSTAKA**

Purwadhi, F. Hardiyanti, Sri. 2001. *Interpretasi Citra Digital*. PT. Gramedia, Jakarta

Lillesand, Kiefer. 1994. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta

Jensen, John, R. 1996. *Introductory Digital Image Processing A Remote Sensing Perspective, second edition*. Prantice Hall Upper Saddle River, New Jersey

Konecny G, Lehmann G, 1984, *Photogrammetrie*, Walter de Gruyter, Berlin Newyork.

Teguh H, 2005, *Photogrammetri I, Diktat Kuliah*, Teknik Geomatika FTSP-ITS, Surabaya

## LAMPIRAN

**Data citra satelit Ikonos bulan Juni**



**Data citra satelit Ikonos bulan Agustus**



**Data citra satelit Ikonos bulan Oktober 2011**

