

## PENGGUNAAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DAN CITRA IKONOS UNTUK KAJIAN PEMODELAN LOKASI ALTERNATIF KOLAM PEMBUANGAN LUMPUR LAPINDO DI SIDOARJO JAWA TIMUR

Firman Farid Muhsoni<sup>1</sup>, Hartono<sup>2</sup>, Sigit<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dosen Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Trunojoyo

<sup>2</sup>Fakultas Geografi Universitas Gajah Mada

E-mail: firmanfarid@trunojoyo.ac.id

### ABSTRACT

*Geographic Information System modeling can be used to predict inundated area expansion that caused by mud flow. The alternative location of Lapindo mud flow can be identified from inundated area prediction. The aims of this research are 1) to appraise the accuracy of elevation data interpolation methods and IKONOS imagery accuracy in determinant variable retrieval, 2) to determine the alternative pond of Lapindo mud flow, 3) to evaluate volume capacity and to analyze the construction cost.*

*The method of this research consist of determinant variable retrieval, these are: inundated zone, land use, public facilities and impacted area. Inundated zone map was retrieved from DEM interpolation result, the watershed modeling was done to get flow accumulation, flow direction and watershed, in order to get inundated zone. Land use map and public facilities were obtained from IKONOS imagery visual interpretation. Impacted area was determined according to President Regulation No. 14, 2007. Scoring, weighting and overlay of these four maps have been made to get mud flow alternative location. Weighting factors have been retrieved according to questioner result.*

*The result of this research has shown that Kriging interpolation method was the best method for elevation data interpolation (RMSE = 1.3565). Land use interpretation accuracy achieves 93.5%. Public facilities interpretation accuracy achieves 100%. Nine candidates of mud exile alternative pond have been got as a research result. Alternative pond No.1 is the best pond, with 4.027 Ha area. Volume pond capacity achieves to 564.599.751 m<sup>3</sup>, with 3.704 days or 10 years endurance. Total cost of pond construction achieves Rp. 7.276.313.970.000.*

*Keywords: site selection, watershed, mud, Lapindo.*

### PENDAHULUAN

Pada tanggal 29 Mei 2006 telah terjadi semburan lumpur panas di area dekat lokasi eksplorasi Sumur Banjarpanji-1 di Desa Renokenongo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo, Provinsi Jawa Timur yang merupakan salah satu sumur di Blok Brantas milik Lapindo Brantas Inc (LBI). Alternatif pembuangan lumpur bila asumsi bahwa semburan lumpur akan berlangsung lama, yaitu : pertama perlunya perluasan area genangan atau kolam penampungan untuk pembuangan lumpur, kedua pembuangan lumpur dilakukan dengan dialirkan ke Sungai Porong, dan ketiga dengan

mengalirkan lumpur tersebut langsung ke laut melalui pipa pembuangan. Strategi penanganan genangan lumpur dengan pembuatan kolam penampungan tidak berbasis risiko. (Bisri , 2007).

Pemodelan dalam SIG, dapat dilakukan kajian pemilihan lokasi (*site selection*) alternatif kolam pembuangan lumpur Lapindo. Pemodelan tersebut dapat memprediksi perluasan area genangan akibat lumpur yang keluar. Mengetahui prediksi area genangan maka dapat ditentukan lokasi alternatif kolam pembuangan lumpur Lapindo. Berdasarkan kajian dari latar belakang dan masalah di atas pada penelitian ini hanya dibatasi pada

problema SIG saja, maka peneliti mengambil judul kajian pemilihan lokasi alternatif kolam pembuangan lumpur Lapindo menggunakan SIG dan citra IKONOS di Jawa Timur.

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

1. Mengkaji ketelitian metode interpolasi data ketinggian dan ketelitian citra IKONOS dalam memperoleh variabel penentu untuk pemodelan penentuan lokasi alternatif pembuangan lumpur Lapindo dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis.
2. Menentukan kolam alternatif pembuangan lumpur Lapindo dengan menggunakan sistem informasi geografis dan citra IKONOS.
3. Estimasi volume daya tampung kolam alternatif pembuangan lumpur Lapindo serta analisis biayanya.

**METODE PENELITIAN**

Penentuan lokasi alternatif pembuangan lumpur Lapindo dalam penelitian ini ditentukan dengan beberapa variabel penentu, yaitu: zona genangan, penggunaan lahan, fasilitas umum dan perundangan. Zona genangan didapatkan dari DEM yang merupakan hasil interpolasi dari titik ketinggian dari RBI dan data sekunder. Kemudian dilakukan pemodelan watershed untuk mendapatkan akumulasi aliran, arah aliran dan batas air, sehingga didapatkan zona genangan. Peta penggunaan lahan didapatkan dari digitasi visual citra IKONOS. Peta fasilitas umum didapatkan dari RBI dan citra IKONOS. Variabel perundangan yang dimaksud adalah Peraturan Presiden nomer 14 tahun 2007 tentang Badan Penanggulangan Lumpur Lapindo untuk mendapatkan peta area terdampak.

Keempat peta tersebut kemudian dilakukan pengharkatan dan pembobotan. Bobot didapatkan dari hasil kuisener. Kemudian dilakukan tumpang susun untuk mendapatkan peta alternatif kolam pembuangan lumpur. Peta yang didapatkan kemudian dicari volume daya

tampung dan analisis biayanya. Alur penelitian tersebut seperti pada Lampiran 1.

Tabel 1. Harkat Masing-Masing Klasifikasi Tiap Variabel.

Variabel Penentu	Klasifikasi	Harkat
Zona genangan (ZG)	Daerah yang tergenangi	2
	Daerah yang tidak tergenangi	1
Penggunaan lahan (PL)	Laut	1
	Tambak/Kolam	2
	Sungai	1
	Sawah	2
	Kebun/Perkebunan/Tegalan /ladang	2
	Mangrove/Bakau	1
	Semak Belukar/Alang-Alang	3
	Lahan Terbuka	3
	Permukiman	1
	Industri	1
	Instansi/Pemerintahan	1
	Olah Raga	1
	Pasar	1
	Pendidikan	1
	Peribadatan	1
RSU/Puskesmas	1	
Jalan Arteri	1	
Kolam Lumpur	3	
Fasilitas Umum (FU)	Objek fasilitas umum yang perlu dilindungi	1
	Objek lain	2
Peraturan Presiden No. 14 Th 2007	Area Terdampak	2
	Bukan Area Terdampak	1

**HASIL PEMBAHASAN**

Variabel penyusun untuk mendapatkan kolam alternatif pembuangan lumpur adalah zona genangan, penggunaan lahan, fasilitas umum dan area terdampak.

**Zona Genangan**

Zona genangan didapatkan dari hasil pemodelan *watershed* data DEM. DEM didapatkan dari interpolasi data ketinggian. Analisis *watershed* menghasilkan akumulasi aliran, arah aliran dan batas air. Akumulasi aliran dan arah aliran dijadikan input untuk analisis simulasi aliran (*I Drop*). Hasil dari simulasi aliran dilakukan *maching* dengan batas air (*watershed*) untuk mendapatkan zona genangan.

**Digital Elevation Model (DEM)**

Tabel 2. Hasil Uji Akurasi Interpolasi Data Ketinggian Menggunakan Metode TIN (*Trianguler Irregular Network*) *Minimum Curvative*, IDW (*Inverse Distance Weighted*) dan *Kriging*

Metode Interpolasi	TIN	<i>Minimum curvative</i>	IDW	<i>Kriging</i>
Perhitungan waktu	0,14 s	88,7 s	140,2 s	742,4 s
Standart deviation	1,3920	1,4127	1,4828	1,3615
Std. error mean	0,2174	0,2206	0,2316	0,2126
RMSE	1,3880	1,3976	1,4980	1,3565
RMSEz	2,4040	2,4207	2,5946	2,3495
Akurasi vertikal	4,7119	4,7446	5,0854	4,6050

Data ketinggian dari data elevasi peta RBI dan data pengukuran lapang Badan Pengendalian Lumpur Sidoarjo (BPLS). Data ketinggian ini dilakukukan interpolasi dengan menggunakan metode *kriging*, *minimum curvative*, TIN (*Trianguler Irregular Network*) dan IDW (*Inverse Distance Weighted* ). Hasil uji akurasi mendapatkan metode *kriging* mempunyai akurasi yang paling tinggi dibandingkan dengan metode lain. Hal ini bisa dilihat dari perhitungan standart deviation = 1,361; RMSE = 1,356, RMSEz = 2,349 dan

akurasi vertikal 4,6 yang paling kecil dibandingkan dengan metode lain.

**Pemodelan Watershed**

Akumulasi aliran, arah aliran dan batas air didapatkan dari pemodelan *watershed* dan analisis simulasi aliran (*I Drop*). Analisis ini dipergunakan untuk mensimulasikan arah aliran lumpur yang keluar dari titik-titik sumber lumpur. Titik semburan lumpur dari data Mei 2008 mandapatkan titik masih aktif ada 37 titik. Hasil dari simulasi aliran setelah dilakukan *maching* dengan batas air (*watershed*) mendapatkan zona genangan seluas 113.901.989m<sup>2</sup>.

Tabel 3. Luas Zona Genangan Hasil Analisis Pemodelan Watershed pada Masing-Masing Kecamatan.

Kecamatan	Kabupaten	Luas (Ha)	%
Bangil	Pasuruan	1.125	4,9
Beji	Pasuruan	141	0,6
Candi	Sidoarjo	3.013	13,1
Gempol	Pasuruan	1.530	6,6
Jabon	Sidoarjo	8.348	36,2
Krembung	Sidoarjo	461	2,0
Ngoro	Mojokerto	177	0,8
Porong	Sidoarjo	3.074	13,3
Sidoarjo	Sidoarjo	1.767	7,7
Tanggulangin	Sidoarjo	2.970	12,9
Tulangan	Sidoarjo	466	2,0
	Total	23.072	100,0

**Karakteristik Penggunaan Lahan**

Hasil interpretasi ini menunjukkan luas tubuh air 12.984 ha (50,1%), yang terdiri dari penggunaan lahan untuk laut 2.839,9 Ha, sungai 666,1 Ha dan tambak/kolam 9.478,1 Ha. Daerah bervegetasi 9.621 Ha(37,1%) yang terdiri dari sawah 7.193,3 Ha, kebun/perkebunan/tegalan/ladang 1.178,9 Ha, mangrove/bakau

602,4 Ha dan semak belukar atau alang-alang 647,4 Ha. Daerah tak bervegetasi seluas 753 Ha (2,9%) yang hanya terdiri dari lahan terbuka 306,5 Ha dan kolam lumpur 447 Ha. Sedangkan pemukiman dan lahan terbangun 2.557 Ha (9,9%) yang terdiri dari permukiman 2.251,6 Ha, industri 180,8 Ha, instansi/pemerintahan 21,1 Ha, jalan arteri 53,1 Ha, olah raga 0,6 Ha, pasar 2,4 Ha, pendidikan 37,5 Ha, peribadatan 6,6 Ha, RSU/puskesmas 4,3 Ha. Hasil analisis mendapatkan uji akurasi penggunaan lahan pada penelitian ini mencapai 93,5%.

**Karakteristik Fasilitas Umum**

Fasilitas umum dianggap penting karena mempengaruhi kondisi ekonomi dan sosial daerah tersebut dan sekitarnya. Fasilitas umum yang menjadi pertimbangan dan terdapat di daerah penelitian adalah : jalan kereta api, kawat tegangan tinggi dan pipa gas. Hasil uji akurasi fasilitas umum pada penelitian ini mencapai akurasi yang sangat baik, dengan akurasi 100%.

**Area Terdampak (Peraturan Presiden No. 14 Tahun 2007)**

Peraturan presiden yang mengatur area terdampak ini adalah Peraturan Presiden nomer 14 tahun 2007, tentang Badan Penanggulangan Lumpur Sidoarjo (BPLS). Luas area ini mencapai 6.172.459 m<sup>2</sup>. Daerah ini terdiri dari : area terdampak tanggal 4 Desember 2006 mencapai 57,6%, area terdampak tanggal 22 Maret 2007 42,5% yang terdiri dari 37,2% area terdampak dan 5,3% area terdampak yang merupakan daerah pemukiman yang mengalami subsidi.

**Penentuan Pemilihan Lokasi Alternatif Pembuangan Lumpur Lapindo**

Pemilihan lokasi dilakukan dengan memberikan harkat (tabel 1) dan bobot. Bobot didapatkan dari kuesioner terhadap responden. Jumlah responden yang didapatkan sebanyak 20

orang. Hasil analisis statistik kuesioner didapatkan : nilai bobot untuk variabel zona genangan 7,5, variabel penggunaan lahan 6,6, variabel fasilitas umum 5 dan area terdampak 3,5.

Hasil pengharkatan dan pembobotan dilakukan tumpang susun dan klasifikasi untuk mendapatkan lokasi-lokasi yang sesuai untuk kolam alternatif pembuangan. Lokasi-lokasi yang sesuai terlebih dahulu dilakukan generalisasi untuk mendapatkan kandidat kolam alternatif pembuangan. Hasil generalisasi didapatkan 6(enam) kandidat lokasi alternatif pembuangan lumpur Lapindo yang sesuai.

Tabel 4. Luas Kandidat Alternatif Kolam

No	Luas (Ha)	Tinggi (m)		Jarak dari Pusat semburan utama (km)
		minimum	maksimum	
1	4.027,4	0,05	17,47	0
2	2.510,3	0,67	2,62	2,38
3	124,7	1,46	2,25	1,65
4	395,5	0,08	9,44	0,87
5	141,9	3,85	5,63	2,39
6	655,6	0,03	1,65	14,53

Pembuangan Lumpur Lapindo

**Kolam Alternatif Pembuangan Lumpur yang Direkomendasikan**

Kandidat-kandidat kolam alternatif pembuangan tersebut dipilih satu kolam alternatif pembuangan yang paling baik, ditinjau dari: daya tampung yang berhubungan dengan luas lokasi, meminimumkan biaya pembuatan lokasi penampungan, meminimumkan kerusakan lingkungan dan sosial budaya, meminimumkan kendala dan resiko akibat pembuatan lokasi penampungan (Linggren, 1985).

Kolam alternatif 1 merupakan kolam yang paling baik/sesuai dari semua kandidat kolam penampungan yang ada, karena :

- Berhubungan langsung dengan sumber

keluarnya lumpur dan kolam pembuangan yang saat ini sudah ada, karena metode pembuangan lumpur dilakukan dengan cara dialirkan.

- Kolam yang paling luas mencapai 4027 Ha, dengan daerah yang luas maka daya tampung kolam besar.
- Penggunaan lahan yang ada di kolam alternatif 1 sebagian besar tambak 2.316 ha (57,5%), sawah 675 ha (16,8%) dan kolam lumpur yang saat ini sudah dibangun (Mei 2008) mencapai 440,8 Ha (10,9%) . Area industri, jalan arteri, pendidikan, peribadatan, permukiman, RSU/puskesmas yang dianggap merupakan subyek yang penting dan mempengaruhi besar biaya ganti rugi dan sosial budaya mencapai 140 Ha (3,5%).
- Kolam alternatif 1 tidak melewati sungai utama sehingga tidak mencemari sungai yang bermuara ke Selat Madura.

#### Perhitungan Volume Daya Tampung Lokasi Alternatif Pembuangan Lumpur Lapindo

Perhitungan volume dilakukan dengan melakukan overlay kolam alternatif dengan DEM. Volume ini dihitung pada titik ketinggian terendah 0,05 m dan ketinggian tertinggi pada asumsi ketinggian tanggul 12 m. Kolam alternatif 1 dikurangi dengan kolam yang saat ini sudah ada (Mei 2008). Volume kolam alternatif 1 dikurang dengan kolam lumpur yang sudah ada (Mei 2008) dengan tanggul setinggi 12 m mencapai 564.599.751 m<sup>3</sup>. Volume tanggul dengan panjang 47.021 m mencapai 9.028.032 m<sup>3</sup>. Rata-rata volume lumpur yang keluar dari pusat semburan mencapai 150.000 m<sup>3</sup> perhari (Akbar,2007). Diketuainya rata-rata volume keluarnya lumpur perhari dapat diestimasi daya tampung kolam alternatif yang baru mencapai 3.672 hari atau 10 tahun.

#### KESIMPULAN

Metode *kriging* (*linier variogram*)

memberikan hasil interpolasi data ketinggian yang paling baik ( $RMSE=1,356$ ) pada lokasi penelitian ini dibandingkan dengan metode TIN (*Triangular Irregular Network*) ( $RMSE=1,338$ ), *Minimum curvature* ( $RMSE=1,398$ ), dan IDW . Citra IKONOS mempunyai ketelitian yang tinggi untuk interpretasi penggunaan lahan dan fasilitas umum dengan akurasi mencapai 93,5% untuk penggunaan lahan dan 100% untuk fasilitas umum, ini lebih besar dari 85% seperti dalam Anderson et al (1976).

Hasil pemodelan mendapatkan 6 kandidat lokasi alternatif pembuangan lumpur lapindo yang sesuai. Kolam alternatif 1 merupakan kolam yang paling baik, karena berhubungan langsung dengan pusat sumber keluarnya lumpur dan kolam pembuangan yang sudah ada (Mei 2008), merupakan kolam yang paling luas (4027 Ha), penggunaan lahan yang ada sebagian besar tambak (57,7%) dan sawah (16,8%), tidak melewati sungai utama sehingga tidak mencemari sungai yang bermuara ke Selat Madura.

Volume daya tampung kolam alternatif mencapai 564.599.751 m<sup>3</sup>, dengan rata-rata keluarnya lumpur 150.00 m<sup>3</sup> perhari, maka daya tampung kolam mencapai 3.704 hari atau 10 tahun.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A.A., 2007. *Konspirasidi Balik Lumpur Lapindo*. Galangpress. Yogyakarta.
- Anderson, J.R., E.E. Hardy, J.T. Roach, dan R.E. Witmer. 1976. *A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensing Data*. United States Government Printing Office, Washington
- Bisri, H. 2007. *Laporan Pemeriksaan Atas Penanganan Semburan Lumpur Panas Sidoarjo*. Badan Pemeriksa Keuangan Republik Indonesia. Jakarta

Lindgren D.T. 1985. *Land Use Planning and*

*Remote Sensing.* Department of Geography  
Dartmouth College. Hanover, NH, USA.

Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 14,  
2007. *Tentang Badan Penanggulangan  
Lumpur Sidoarjo.* Jakarta.

Lampiran 1. Alur Kerja

