

## APLIKASI PENGINDERAAN JAUH DAN GIS UNTUK PENENTUAN LOKASI TPA SAMPAH DI KOTA SURABAYA

**Fajar Setiawan**

Pusat Penelitian Limnologi – LIPI  
Kompleks CSC LIPI, Jl. Raya Jakarta-Bogor Km 46, Cibinong, Bogor  
Telp. 021-8757071, Fax. 021-8757076  
Email: fajar@limnologi.lipi.go.id

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian Penentuan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) untuk kota Surabaya yang memenuhi kriteria kesesuaian lokasi berdasarkan SNI nomor 03-3241-1994 dengan menggunakan data Penginderaan Jauh berupa citra Landsat dan foto udara 1:10.000 dan pengolahan data spasial menggunakan Geographical Information System (GIS). Cakupan citra Landsat yang luas digunakan untuk mengidentifikasi lahan yang layak berdasarkan bentuk dan penggunaan lahan. Foto udara yang memiliki ketelitian yang cukup tinggi digunakan untuk menginterpretasi lahan yang sesuai berdasarkan penggunaan lahan, jaringan jalan, kedalaman air tanah, kerawanan genangan, jarak terhadap permukiman dan jarak terhadap sumber air. Lokasi potensial diperoleh dari pengharkatan berjenjang yang dilanjutkan dengan penapisan menggunakan peta Rencana Penggunaan Lahan untuk mendapatkan lokasi rekomendasi. Penelitian ini menghasilkan 2 lokasi rekomendasi dengan luasan masing-masing 36,62 ha, dan 32,62 ha.

### ABSTRACT

Spatial data analysis with Geographical Information System (GIS) using remote sensing data (Landsat TM and aerial photograph) for determine solid waste disposal site in Surabaya city based on SNI number 03-3241-1994 has been used in this reseach. Vast coverage of Landsat TM image used to identified proper areas based on land cover and land form. High accuracy of aerial photograph used to identified suitable areas based on landuse, road network, groundwater table level, inundation susceptibilty, range of road, built-up area and water sources. Potential site resulted by ordinal score modelling and then, recommended site resulted by filtering the potential site with Landuse Planning Map due to GIS analysis. Final result of this research, recommendation site is about 36,62 ha and 32,62 ha.

*Keywords* : site selection, solid waste disposal, GIS, remote sensing

### 1. PENDAHULUAN

Bertambahnya penduduk kota Surabaya mengakibatkan volume sampah yang dikelola semakin bertambah sehingga akan selalu dibutuhkan TPA baru atau tambahan, sedangkan lahan yang tersedia terbatas. Penentuan TPA harus mengikuti persyaratan dan ketentuan mengenai pengelolaan lingkungan hidup, analisis mengenai dampak lingkungan, ketertiban umum, kebersihan kota/lingkungan, peraturan daerah tentang pengelolaan sampah dan perencanaan dan tata ruang kota serta peraturan-peraturan pelaksanaannya, yang telah ditetapkan pemerintah melalui SNI nomor 03-3241-1994<sup>1</sup>.

Produksi sampah kota Surabaya mencapai 8.800 m<sup>3</sup>/hari, sehingga TPA untuk pemakaian selama 5 tahun dibutuhkan lahan minimal<sup>2</sup> seluas 10 ha, sedangkan untuk pemakaian selama 10 tahun dibutuhkan lahan minimal seluas 20 ha. Penentuan lokasi TPA sebaiknya pada lokasi yang mempunyai daya tampung besar sehingga mempunyai masa

pakai yang panjang untuk meminimalkan biaya investasi.

Penginderaan jauh adalah suatu ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang obyek, daerah atau fenomena yang terjadi dengan jalan menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah atau gejala yang dikaji<sup>3</sup>. Data Penginderaan jauh mempunyai karakteristik berupa wilayah cakupan yang luas, dapat menjangkau daerah yang sulit dijangkau secara terestris, merekam seluruh kenampakan obyek secara serempak dan apa adanya. Karakteristik perekaman secara keseluruhan sangat menguntungkan untuk menyadap informasi yang diperlukan (dapat memilih informasi/parameter-parameter tertentu) dari suatu fenomena muka bumi, dalam penelitian ini berupa komponen-komponen lahan yang berkaitan dengan kriteria dan persyaratan lokasi TPA sampah.

Survei dan pemetaan lokasi yang sesuai untuk TPA sampah, jika dilakukan secara terestris akan memerlukan waktu, tenaga dan biaya yang besar, dengan memanfaatkan data penginderaan jauh yang berbeda skala, kriteria lahan tersebut dapat diekstraksi dengan harapan kegiatan pemilihan lahan yang sesuai lokasi TPA menjadi lebih mudah dikerjakan dengan hasil yang lebih optimal dari segi waktu, biaya dan tenaga. Data penginderaan jauh yang digunakan adalah citra Landsat ETM untuk penyadapan data karakteristik lahan yang bersifat general dan Foto Udara skala 1:10.000 untuk penyadapan karakteristik lahan yang bersifat spesifik/rinci.

Pemrosesan atau manipulasi data spasial merupakan salah satu kemampuan GIS dalam menghasilkan informasi baru secara lebih cepat dan efisien. Penelitian ini mempunyai cakupan wilayah yang cukup luas sehingga dengan adanya *software* GIS yang digunakan yakni *ArcView 3.2* sangat membantu dalam melakukan fungsi analisis data. Beberapa fasilitas yang ada yaitu *scoring* (pengharkatan), *overlay* (tumpang susun), *distance modelling (buffer)*, transformasi, penyederhanaan (*dissolve*) dan generalisasi<sup>4</sup>.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kemampuan data Penginderaan Jauh (Citra Landsat ETM dan Foto Udara) untuk penyadapan karakteristik lahan dan pengolahan data spasial untuk menentukan lokasi TPA sampah menggunakan GIS.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kota Surabaya, dengan mengambil batas administratif. Peta Kelayakan Lahan diperoleh dari *overlay* penutup lahan dan bentuk lahan yang dihasilkan dari interpretasi Citra Landsat ETM komposit 457 tahun perekaman 2002. Beberapa pola dasar yang digunakan untuk mengenali dan menggolongkan bentuk lahan yaitu : relief (topografi), pola aliran, tipe parit, pola vegetasi dan pola penggunaan lahan. Bentuk lahan dalam penelitian ini dikaitkan dengan resiko kerawanan bencana yang mungkin timbul yakni banjir dan genangan. Klasifikasi penutup lahan disesuaikan tujuan penelitian yang berkaitan dengan kriteria dan persyaratan lokasi TPA sampah. Penutup lahan (*land cover*) adalah semua vegetasi dan kontruksi artifisial yang menutupi permukaan lahan.

Pengharkatan menggunakan GIS dengan metode *binary*, pada lahan yang layak diberi harkat 1 dan lahan yang tidak layak diberi harkat 0. Kelayakan lahan dari kedua aspek tersebut diperoleh dengan cara *overlay* kedua peta tersebut dengan menerapkan operasi matematis perkalian, dimana diperoleh hasil 1 (ya) dan 0 (tidak) pada poligon-poligon yang terbentuk.

Foto udara pankromatik hitam putih skala 1:10.000 digunakan untuk menyadap kriteria

kelayakan lahan yang lebih detail. Interpretasi hanya dilakukan pada lokasi layak yang diperoleh Peta Kelayakan Lahan. Parameter yang diinterpretasi berupa, penggunaan lahan, bentuk lahan, dan jaringan jalan. Peta Kerawanan Genangan dan Peta Kedalaman Air tanah diperoleh dengan metode deduksi, dari Peta Bentuklahan dan Peta Penggunaan lahan. Proses *buffering* dilakukan pada Peta Jaringan Jalan dan Peta Penggunaan Lahan sehingga diperoleh Peta Jarak Terhadap Jalan dan Peta Jarak Terhadap permukiman. Pengharkatan dengan GIS menggunakan metode berjenjang dimana berdasarkan tingkat kesesuaian tanpa pembobotan. Lokasi potensial diperoleh dari tumpang susun peta-peta tematik yang dihasilkan dengan penjumlahan harkatnya, sedangkan pengkelasan menggunakan metode klasifikasi *sturges*. Lokasi Rekomendasi mempertimbangkan tata ruang kota yang telah dirumuskan, sehingga haruslah dilakukan filtering pada Peta Lokasi Potensial dengan Peta Rencana Penggunaan Lahan, sehingga diperoleh lokasi yang memenuhi kriteria parametrik fisik dan perencanaan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap pertama dihasilkan luas lahan yang layak untuk dijadikan sebagai lokasi TPA seluas 3.382,71 ha (10%) dan luas lahan yang tidak layak untuk dijadikan sebagai lokasi TPA seluas 29.405,22 ha (90%). Pada tahap berikutnya pengolahan data menghasilkan lokasi Potensial I, II, III berurutan seluas 234,08 ha, 3.067,72 ha dan 1.031,49 ha dapat dilihat pada Tabel 1.

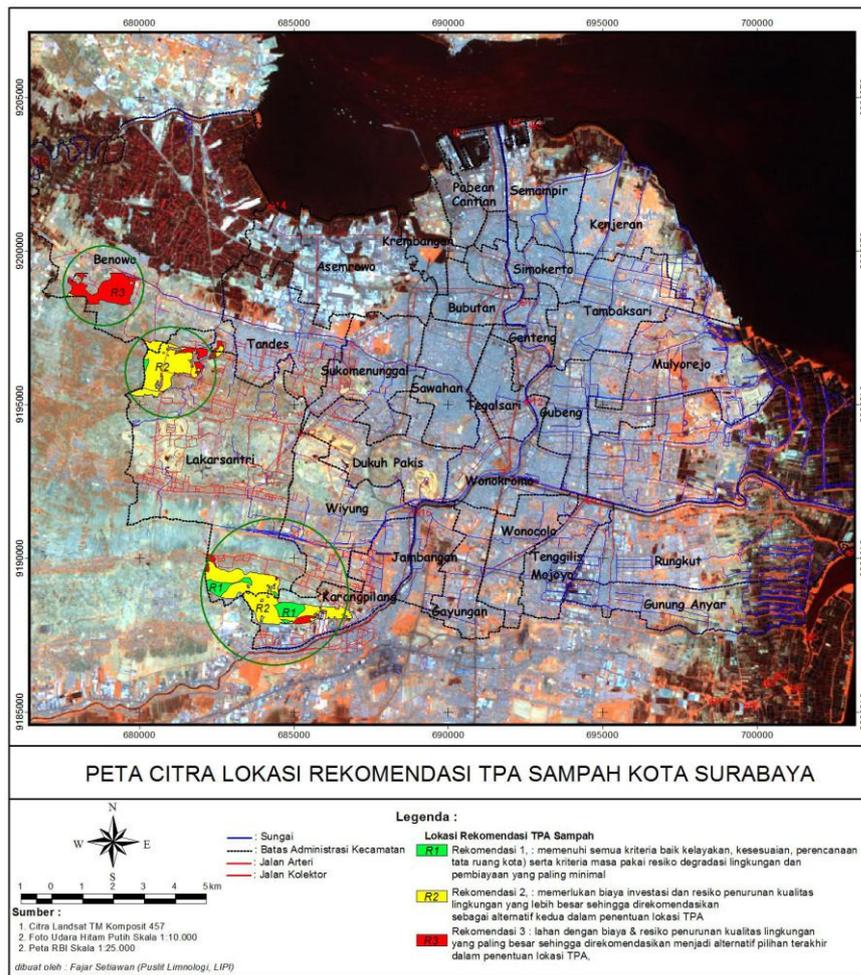
**Tabel 1. Luas Lokasi Potensial TPA**

Kelas	Luas (ha)	Proporsi (%)	Kriteria
Lokasi Potensial I	234	3,94	Sangat sesuai
Lokasi Potensial II	3.068	51,71	Sesuai
Lokasi Potensial III	1.031	17,38	Kurang sesuai
Bukan Lokasi Potensial	1.599	26,97	Tidak layak

Hasil terakhir penelitian ini adalah Rekomendasi lokasi TPA sampah diperoleh dari peta lokasi potensial yang ditapis dengan Peta Rencana Penggunaan Lahan Kota Surabaya tahun 2013 dengan ketentuan luas masing-masing poligon lebih dari 10 ha sehingga lokasi tersebut dapat digunakan selama lebih dari 5 tahun, dapat dilihat pada Tabel 2. Distribusi lokasi Rekomendasi dapat dilihat pada Gambar 1.

**Tabel 2. Perbandingan Luas Lokasi Potensial dengan Lokasi Rekomendasi**

Luas Lokasi Potensial (ha)	Kesesuaian terhadap Rencana Penggunaan Lahan (ha)	Kode Peta
234,08	77,82	R1
3.067,72	500,60	R2
1.031,49	186,85	R3



**Gambar 1. Peta Citra Lokasi Rekomendasi TPA Sampah Kota Surabaya**

Data Penginderaan Jauh yang digunakan mempunyai skala yang berbeda, sehingga menyebabkan perbedaan tingkat kedetilan informasi yang bisa diekstraksi. Hasil interpretasi bentuklahan menggunakan citra Landsat ETM komposit 457(Gambar 1.), daerah penelitian yang layak adalah sebesar 70% terdiri dari bentuklahan bentukan asal struktural (perbukitan antiklinal), bentuklahan bentukan asal denudasional (perbukitan terkikis), sedangkan yang tidak layak sebesar 30% terdiri dari bentuklahan bentukan asal fluvial (dataran aluvial, delta), bentukan asal marin (dataran aluvial pantai, ratahan pasang-surut).

Penutup dan Penggunaan lahan merupakan kriteria penting dalam penentuan lokasi TPA sampah, hal ini dikarenakan keberadaan Lokasi TPA sampah sangat erat kaitannya dengan penurunan kualitas lingkungan atau pencemaran. Penentuan lokasi TPA sedapat mungkin meminimalkan resiko yang mungkin terjadi yakni dengan memilih lokasi yang resiko yang paling kecil akan terjadinya pencemaran lingkungan serta konflik sosial yang mungkin timbul. Hasil interpretasi menggunakan citra Landsat ETM komposit 457 menunjukkan penutup lahan yang

layak sebesar 11,83% terdiri dari Lahan bervegetasi non pertanian, lahan tidak terbangun, sedangkan penutup lahan yang tidak layak sebesar 88,17 % terdiri dari lahan terbangun, lahan pertanian dan tubuh air.

Kelayakan lahan dihasilkan dari *overlay* peta bentuk lahan dan peta penutup lahan, sehingga diperoleh lokasi yang layak berdasarkan bentuk lahan dan layak berdasarkan penutup lahan menggunakan GIS. Luas lahan yang layak untuk dijadikan sebagai lokasi TPA seluas 3.382,71 ha (10%) dan yang tidak layak untuk dijadikan seluas 29.405,22 ha (90%). Distribusi lahan yang layak untuk dijadikan sebagai lokasi TPA sampah terlihat mengelompok di barat daya daerah penelitian, yakni berada di kecamatan Benowo, Tandes, Sawahan, Sukomenunggal, Lakarsantri, Karangpilang, Dukuhpakis dan Wiyung.

Selanjutnya lokasi yang layak ini diinterpretasi lagi secara lebih detil menggunakan Foto Udara Pankromatik Hitam Putih skala 1:10.000. Poligon-poligon lahan yang layak pada lokasi kandidat ini mempunyai bentuk yang tidak beraturan dan terpisah-pisah sehingga tidak dilakukan penarikan batas secara absolut, akan

tetapi dilakukan pengelompokan untuk memudahkan dalam analisis selanjutnya yakni dalam pemilihan foto udara.

Pemodelan lokasi potensial dilakukan dengan pengharkatan pada tiap-tiap poligon untuk memperoleh tingkatan kesesuaian lahan berdasarkan kriteria dan persyaratan lokasi TPA sampah. Pengharkatan pada tahap ini menggunakan metode berjenjang dimana poligon yang sangat sesuai diberi harkat 5, sesuai diberi harkat 3 dan yang kurang sesuai diberi harkat 1.

*Overlay* peta kedalaman air tanah, peta kerawanan terhadap genangan, peta jarak terhadap jalan, peta jarak terhadap permukiman dan peta penggunaan lahan adalah poligon-poligon baru. Poligon tersebut mempunyai harkat baru, berupa harkat total yang kemudian dikelaskan sesuai dengan klasifikasi yang dibuat. Penjumlahan dilakukan untuk skor kedalaman airtanah, skor kerawanan genangan, skor jarak terhadap permukiman, skor jarak terhadap jalan dan skor penggunaan lahan, hasilnya kemudian dikalikan dengan skor kelayakan, untuk menapis lokasi yang tidak layak berdasarkan penggunaan lahannya. Hasil klasifikasi harkat total ini kemudian disederhanakan (*dissolve*) berdasarkan kelasnya sehingga menghasilkan Peta Lokasi potensial, dapat dilihat pada Tabel 1.

Rekomendasi lokasi TPA sampah dihasilkan dari Peta Lokasi Potensial yang ditapis dengan Peta Rencana Penggunaan Lahan Kota Surabaya 2013 dengan ketentuan luas poligon lebih dari 10 ha sehingga lokasi tersebut dapat digunakan selama lebih dari 5 tahun. Lahan yang termasuk dalam Rekomendasi 1 merupakan kombinasi lokasi Potensial I yang sesuai dengan Rencana Penggunaan Lahan 2013, dapat dilihat pada Tabel 2. Lokasi Rekomendasi 1 terdapat di dua lokasi, pertama dengan luas sebesar 36,62 ha, berada di Kelurahan Warunggunung, Kecamatan Karangpilang dan yang kedua adalah lahan seluas 32,62 ha, berada di bagian selatan Kecamatan Lakarsantri yakni di Kelurahan Bangkingan. Keduanya diperkirakan mempunyai kapasitas umur (masa pakai) lebih dari 10 tahun. Lokasi ini memenuhi semua kriteria baik kelayakan, kesesuaian, perencanaan (tata ruang kota) serta kriteria masa pakai sehingga mempunyai resiko degradasi lingkungan dan pembiayaan yang paling minimal, untuk pengembangan menjadi lokasi TPA. Hal selanjutnya yang perlu dilakukan adalah kajian lebih detil lagi yang bersifat teknis pada lokasi tersebut.

Lahan yang termasuk dalam lokasi Rekomendasi 2 dengan usia pakai lebih dari 10 tahun, seluas 477,49 ha yang terdapat di dua lokasi, pertama di Kelurahan Sambikerep Kecamatan

Lakarsantri dan Kelurahan Bringin Kecamatan Benowo dengan luas 195,65 ha dan yang kedua di Kelurahan Bangkingan Kecamatan Lakarsantri dan Kelurahan Warunggunung Kecamatan Karangpilang dengan luas 281,83 ha. Lahan yang termasuk dalam Rekomendasi 2 merupakan kombinasi lokasi Potensial II yang sesuai dengan Rencana Penggunaan Lahan 2013 sehingga dalam pengembangan selanjutnya masih akan menemui kendala kesesuaian sehingga harus dilakukan rekayasa teknis untuk mengatasi hal tersebut. Jika dibandingkan dengan lokasi Rekomendasi 1, lokasi Rekomendasi 2 memerlukan biaya investasi dan resiko penurunan kualitas lingkungan yang lebih besar sehingga direkomendasikan sebagai alternatif kedua dalam penentuan lokasi TPA.

Lahan yang termasuk dalam lokasi Rekomendasi 3 seluas 27,38 ha adalah lahan dengan tingkat potensi paling rendah untuk dikembangkan meskipun tidak bertentangan dengan Rencana Penggunaan Lahan. Lokasi Rekomendasi 3, terdapat di Kelurahan Sememi Kecamatan Benowo seluas 132,48 Ha sehingga mempunyai daya tampung selama lebih dari 10 tahun. Sedangkan lokasi Rekomendasi 3 dengan daya tampung selama 5 tahun terdapat di Kelurahan Bringin Kecamatan Lakarsatri seluas 15,41 Ha dan di Kelurahan Warunggunung Kecamatan Karangpilang. Lahan dengan kategori Rekomendasi 3 merupakan lahan dengan biaya dan resiko penurunan kualitas lingkungan yang paling besar sehingga diRekomendasikan menjadi alternatif pilihan terakhir dalam penentuan lokasi TPA, karena dikhawatirkan akan menyebabkan permasalahan lingkungan maupun konflik sosial dalam perkembangan selanjutnya. Distribusi Lokasi Rekomendasi dapat dilihat pada Gambar 1.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dengan memanfaatkan data Penginderaan Jauh multiskala (Citra Landsat dan Foto Hitam Putih skala 1:10.000) dapat dipetakan karakteristik lahan dan dengan bantuan GIS dapat ditentukan lokasi Rekomendasi TPA sampah.

Lokasi yang direkomendasikan untuk dijadikan TPA sampah, beradada di Kelurahan Warunggunung Kecamatan Karangpilang dengan luas 36,62 ha dan di Kelurahan Bangkingan Kecamatan Lakarsantri dengan luas 32,62 Ha, dengan daya tampung masing-masing lebih dari 10 tahun.

Pemanfaatan data Penginderaan Jauh multiskala dalam studi penentuan lokasi, perlu dikembangkan lagi, mengingat data yang tersedia sudah cukup beragam dan mudah diakses untuk perencanaan pembangunan.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Standarisasi Nasional.1994. *SNI nomor : 03-3241-1994, Tata Cara Pemilihan Lokasi TPA Sampah*. BSN, Jakarta
2. Dinas Tata Kota Surabaya, 2004. *Laporan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Surabaya 2014*. Dinas Tata Kota Surabaya. Surabaya
3. Lillesand, T.M.; Kieffer, R.W, 1997. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
4. Prahasta, Eddy., 2001. *Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. Penerbit Informatika. Bandung