

## PENERAPAN METODE PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK ANALISA PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN (Studi Kasus: Wilayah Kali Surabaya)

Bangun Muljo Sukojo dan Diah Susilowati

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya 60111, Indonesia

### Abstrak

Penelitian analisis perubahan penggunaan lahan telah dilakukan menggunakan metode penginderaan jauh (inderaja) dan sistem informasi geografis (SIG). Identifikasi peta perubahan penggunaan lahan dilakukan dengan menggunakan proses tumpang susun peta penggunaan lahan tahun 1990 (hasil digitasi skala 1:50.000) dan peta penggunaan lahan tahun 1997 hasil interpretasi citra *Landsat TM (Thematic Mapper)* tahun 1997 dengan koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*). Perbaikan kontras citra melalui perataan histogram dilakukan dengan teknik klasifikasi terawasi yang terbagi menjadi 7 (tujuh) klas (sawah, perkampungan, tegalan, industri, tambak, lapangan olah raga dan semak). Analisis perubahan penggunaan lahan dan tingkat pencemaran air sungai BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) dilakukan dalam sistem informasi geografis hingga diperoleh *database* dengan format *link spasial* dan tabular. Perubahan penggunaan lahan dianalisis berdasarkan pembagian *segmen* mengacu arah kontur sepanjang Kali Surabaya. Hasil analisis memperlihatkan perubahan penggunaan lahan pada tahun 1990-1997 yakni sawah berkurang 5,72 %, perkampungan bertambah 15,16 %, tegalan bertambah 0,54 %, tambak berkurang 9,67 %, industri bertambah 36,67 % dan semak berkurang 26,67 %. Hasil analisis tingkat pencemaran air dengan regresi linier berganda menunjukkan BOD (koefisien determinan 56 %) dan TSS (koefisien determinan 65 %) masih dipengaruhi oleh perubahan penggunaan lahan, tidak demikian halnya dengan COD (koefisien determinan 24 %).

### Abstract

**Application of Remote Sensing and Geographic Information System Methods for Land Using Difference.** Land using difference analysis has been done using remote sensing and Geographic Information System (GIS) methods. Identification of land using difference was conducted using map overlaying process of 1990s (digitized scalling 1:50.000) and 1997s land using map (interpreted from *Landsat TM (Thematic Mapper) Image 1997*) with UTM (*Universal Transverse Mercator*) coordinate. Image enhancement was done through histogram equalization with supervised classification divided into 7 classes: rice field, settlement, dry field, industry, pond, sport field and bush. Land using difference and river pollution BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) and TSS (*Total Suspended Solid*) analysis were done through GIS to get *database* in *spasial link* and tabular format. Land using difference was done based on division segment of Kali Surabaya contour as reference. The result shows that there were changes on land using from 1990 until 1997 that rice field reduced by 5.72 %; settlement increased by 15.16 %; dry field increased by 0.54 %; industry increased by 36.67 % and bush reduced by 26.67 %. Water pollution analysis results which was done using multiple linier regression show both BOD (determinant coefficient 56 %) and TSS (determinant coefficient 65 %) are affected by difference in land using, but COD (determinant coefficient 24 %) is not affected.

*Keywords: land use, water pollution, Landsat TM, supervised classification*

### 1. Pendahuluan

Semakin pesatnya pertumbuhan penduduk dan pembangunan yang telah dilaksanakan akan berpengaruh cukup besar terhadap perubahan tatanan lingkungan berupa menurunnya kualitas lingkungan,

degradasi lingkungan/kerusakan lingkungan serta berkurangnya sumberdaya alam maupun perubahan tata guna lahan.

Pola penggunaan lahan di suatu wilayah DAS (Daerah Aliran Sungai) yang tidak sesuai dengan kaidah-kaidah

penataan ruang di wilayah DAS dapat menimbulkan berbagai masalah seperti terbentuknya lahan kritis maupun terjadinya pencemaran. Diantara ruas-ruas sungai di DAS Brantas yang mendapatkan beban pencemaran paling berat adalah Kali Surabaya, yang daerah pengalirannya meliputi Dati II Kabupaten/Kotamadya Mojokerto, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Gresik dan Kotamadya Surabaya.

Peningkatan berbagai aktivitas di wilayah Kali Surabaya yang tidak memperhatikan penataan wilayah akan mengakibatkan dampak negatif berupa menurunnya kualitas air sungai. Degradasi lingkungan tersebut terkait dengan pola penggunaan lahan di sekitar yang tidak memperhatikan kaidah-kaidah penataan ruang, yang secara tidak langsung akan berpengaruh terhadap tingkat pencemaran di wilayah tersebut. Perubahan penggunaan lahan mempengaruhi keseimbangan lingkungan yang dapat memberi pengaruh positif maupun negatif, terutama pengaruh terhadap limpasan permukaan, erosi dan pencemaran.

Analisis Dampak Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Tingkat Pencemaran di Wilayah Kali Surabaya merupakan salah satu langkah untuk mengetahui seberapa jauh dampak yang ditimbulkan oleh perubahan penggunaan lahan di sekitar Kali Surabaya terhadap tingkat pencemaran yang terjadi. Analisis dilakukan dengan menggunakan metoda Inderaja (Penginderaan Jauh) [1] dan model *monitoring* kualitas air melalui SIG (Sistem Informasi Geografis) [2] untuk mengevaluasi dan memonitor penataan dan pengelolaan lingkungan, khususnya Kali Surabaya. Hasil analisis tersebut diharapkan dapat digunakan dalam pengendalian pemanfaatan lahan di wilayah Kali Surabaya.

## 2. Metode

Konsep penyusunan model hubungan antara dampak perubahan penggunaan lahan terhadap tingkat pencemaran di wilayah Kali Surabaya, dilakukan berdasarkan analisis terhadap perubahan penggunaan lahan dan tingkat pencemaran yang terjadi pada titik-titik pantau masing-masing *segmen*. Pada tahap awal dilakukan pemrosesan Citra *Landsat TM* (*Thematic Mapper*) tahun 1997 [3] dengan proses pengolahan data citra menggunakan *software DIMPLE* yang diinterpretasikan menjadi peta penggunaan lahan tahun 1997. Sedangkan peta penggunaan lahan (*landuse*) tahun 1990 diperoleh dengan cara digitasi terhadap peta penggunaan lahan skala 1:50.000. Pengolahan *database* SIG [4], pengolahan analisis spasial [5] dan statistik [6] dengan menggunakan *software Arcview Spasial Analysis* versi 1.0 untuk membuat model perubahan penggunaan lahan terhadap tingkat pencemaran yang dianalisis dari nilai kandungan *BOD* (*Biological Oxygen Demand*), *COD* (*Chemical Oxygen Demand*) dan *TSS*

(*Total Suspended Solid*) pada tiap titik pantau dalam suatu *segmen* (area) Kali Surabaya.

Metode pendekatan dalam pengumpulan data adalah teknologi penginderaan jauh yang digunakan untuk inventarisasi data, meliputi identifikasi dan alokasi penyebaran secara spasial dan ditunjang dengan survey lapangan [7].

Data yang digunakan meliputi data primer dan data sekunder sebagai berikut: Data primer: Citra *Landsat TM* tahun 1997; Data sekunder: (a) Peta penggunaan lahan tahun 1990 skala 1:50.000; (b) Peta topografi tahun 1990 skala 1:50.000; (c) Data hasil uji analisis kualitas air COD, BOD, TSS tahun 1990 dan tahun 1997.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Perangkat keras : komputer; *digitizer*; *plotter*
2. Perangkat Lunak: *Software Dimple 3.0* untuk pengolahan citra; *Arc View Spasial Analisis 3.1* untuk analisis data dan pemetaan/SIG; *Microsoft Office 97* untuk pengolahan *database*.
3. Peralatan untuk pengumpulan data lapangan meliputi: *GPS* (*Global Positioning System*) tipe *Garmin* untuk menentukan koordinat titik kontrol geometri citra dan untuk mengetahui koordinat titik *sampling* contoh air sungai;
4. Peralatan laboratorium kualitas air (tipe *Horiba*) berupa alat spektrofotometer untuk uji *sampling* sekali setiap bulan.

Berdasarkan tumpang susun antara peta penggunaan lahan tahun 1990 dan peta penggunaan lahan tahun 1997 (hasil interpretasi citra) dapat diketahui perubahan penggunaan lahan di sekitar Kali Surabaya. Terjadinya perubahan penggunaan lahan di daerah penelitian, didasarkan pada peta dasar berupa peta topografi dengan skala 1: 50.000 yang ditentukan batasan wilayah penelitian, selain itu juga peta-peta pendukung seperti peta penggunaan lahan, peta sempadan sungai. SIG untuk monitoring kualitas air diperoleh melalui perhitungan dan kajian terhadap kondisi sungai akibat pencemaran meliputi uji laboratorium untuk kualitas air dan perhitungan terhadap sedimen/kekeruhan.

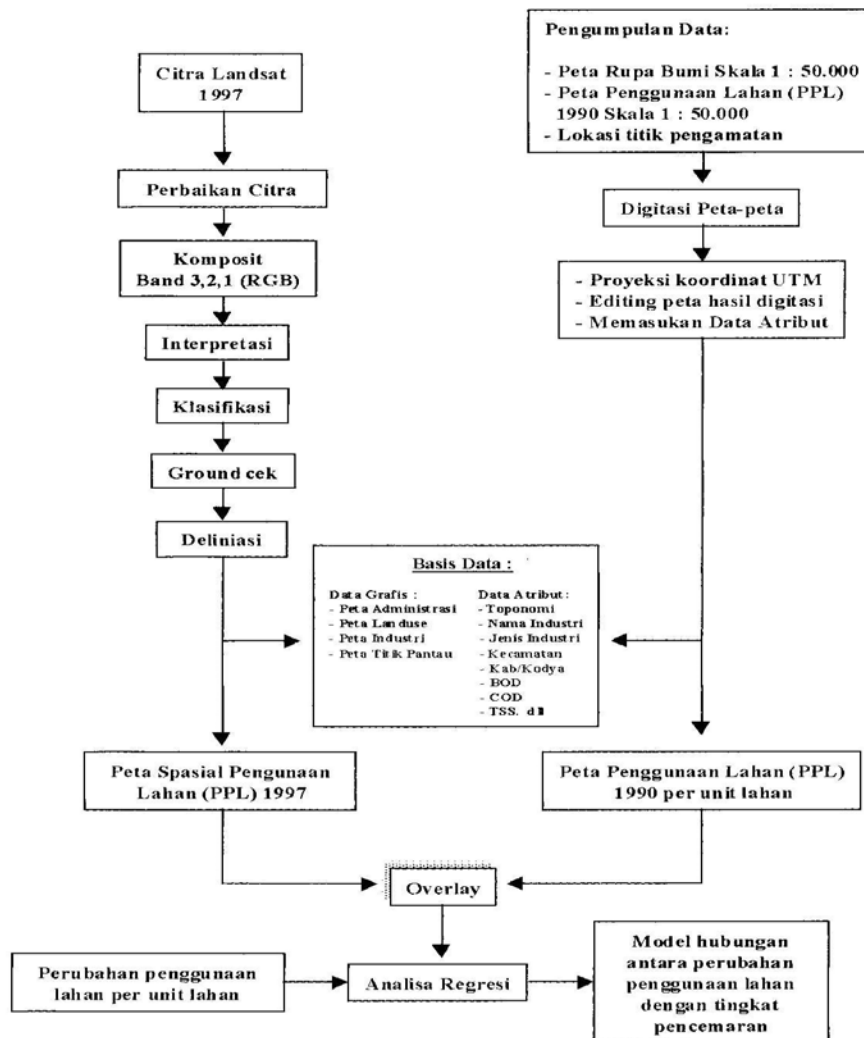
Analisis dan bagan alir proses penelitian dilakukan melalui tahap (a) pemrosesan citra meliputi proses pengolahan data satelit *Landsat TM*, pengolahan peta *landuse* dengan metoda SIG, pengolahan analisis spasial dan analisis statistik, dilanjutkan dengan tahap (b) proses analisis citra secara berjenjang yang ditujukan untuk mendapatkan informasi variabel-variabel yang dapat digunakan untuk menentukan jenis tutupan lahan hasil analisis citra.

Tahap pemrosesan citra dilakukan sebagai berikut [8] (a) perbaikan geometrik dan spasial citra yang meliputi

seluruh *band* yang digunakan; (b) pembuatan *composite* warna untuk *band* 3 warna merah (R), untuk *band* 2 warna hijau (G) dan untuk *band* 1 warna biru (B); (c) interpretasi citra penggunaan lahan dengan pendekatan liputan lahan; (d) klasifikasi pengelompokkan piksel ke dalam kelas-kelas obyek yang akan diklasifikasikan, yang dilanjutkan dengan pengecekan lapangan untuk mengetahui kebenaran lokasi dan penentuan titik-titik sampel; (e) deliniasi terhadap citra yang dihasilkan berdasarkan hasil pengecekan lapangan, dengan demikian diperoleh peta penggunaan lahan skala 1:50.000 tahun 1997 dari citra satelit.

berasal dari peta penggunaan lahan tahun 1990, peta topografi, dan data lapangan mengenai kondisi kualitas air di Kali Surabaya serta penentuan lokasi titik pantau; (b) digitalisasi peta penggunaan lahan (*landuse*) berikut penyesuaian sistem proyeksinya dari koordinat meja ke koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*), penyuntingan peta dan memasukkan data atribut; (c) tumpang susun (*overlay*) peta penggunaan lahan tahun 1997 dengan peta penggunaan lahan tahun 1990. Kemudian dengan memanfaatkan fasilitas *software* yang ada dilakukan analisis dan penyusunan data atribut, sehingga diperoleh format data perubahan penggunaan lahan dalam SIG.

Tahap pembuatan *database* SIG dilakukan melalui tahap-tahap berikut: (a) pengelolaan data sekunder yang



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan model

Perubahan penggunaan lahan dibagi menjadi 9 *segmen* (area titik pantau) sesuai dengan unit lahan titik pantau pencemarannya. Tahap analisis spasial dan analisis statistik dilakukan melalui beberapa perhitungan terhadap perubahan penggunaan lahan. Perhitungan perubahan penggunaan lahan (tahun 1990 dan 1997) dilakukan dengan metode SIG [9] dan Indraja. Metode Indraja dilakukan untuk memperoleh klasifikasi *landuse* sedangkan SIG untuk menghitung perubahannya. Perubahan pencemaran yang diamati pada titik pantau dihitung mulai tahun 1990 sampai dengan 1997 demikian pula dengan perubahan polusi dari hasil uji analisis laboratorium, kemudian model statistik dengan analisis regresi linier disusun untuk mengetahui hubungan antara perubahan lahan (*landuse*) dengan tingkat pencemaran yang diasumsikan berakumulasi sedangkan faktor yang mengurangi pencemaran seperti curah hujan dan lain lain diabaikan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Daerah penelitian meliputi wilayah Kali Surabaya yang terdiri atas wilayah Kabupaten Mojokerto, Gresik, Sidoarjo dan Kotamadya Surabaya. Pada peta citra tahun 1997 daerah penelitian dibatasi oleh *grid UTM* zona 49 Selatan, dengan elevasi permukaan tanah sebesar 0 - 20 meter di atas permukaan laut dan batas-batasnya sebagai berikut :

- E minimum = 655765.98 meter
- E maksimum = 720326.86 meter
- N minimum = 9170681.95 meter
- N maksimum = 9225929.43 meter

mencakup 9 titik pantau di sepanjang Kali Surabaya.

Pengolahan citra dimaksudkan untuk mengekstrak informasi-informasi yang terdapat pada citra baik yang bersifat informasi spasial maupun informasi deskriptik,

dimana semua proses pengolahan dilakukan secara digital dengan bantuan komputer. Pengolahan citra dilakukan dalam 3 (tiga) tahapan, yaitu : (a) pemulihan citra; (b) penajaman citra; (c) klasifikasi citra.

Proses pemulihan citra dilakukan melalui koreksi geometrik yang disebabkan oleh pergeseran posisi terhadap sistem koordinat referensi dengan menggunakan data titik kontrol tanah (Tabel 1), yang prosesnya disebut "*resampling*", koreksi radiometrik tidak dilakukan karena telah dikoreksi oleh pemasok citra. Koreksi radiometrik dilakukan untuk kesalahan yang disebabkan waktu perekaman maupun kesalahan yang diakibatkan oleh perjalanan sinar matahari dari suatu obyek ke kamera perekam melalui media atmosfer. *Resampling* adalah suatu proses transformasi citra diskrit dari suatu sistem koordinat ke sistem kordinat lain yang merupakan fungsi pemetaan transformasi spasial (Tabel 2). Proses transformasi tersebut menggunakan titik kontrol tanah untuk menentukan fungsi pemetaan. Data dan hasil proses *resampling* adalah sebagai berikut:

Koreksi Geometrik : Linier (6 titik kontrol)  
 Resampling : Linier  
 Referensi : *Universal Transverse Mercator*  
 (UTM) Zona 49 Selatan.

Karakteristik data Citra *Landsat TM* diuraikan sesuai *band*-nya sebagaimana Tabel 3.

Penajaman kontras dilakukan dengan memodifikasi nilai citra masing-masing *band*, agar diperoleh informasi yang lebih jelas. Proses penajaman citra dilakukan dengan membuat paduan citra komposit untuk *band* 3, 1, 2 yang dipilih berdasarkan diskriminasi warna yang paling representatif untuk mendapatkan obyek yang terbaik.

**Tabel 1. Data Koordinat Citra dan Koordinat Titik Kontrol Tanah.**

No	Kolom	Baris	Easting	Northing	Diskripsi
1	365	695	670505.1	9180117	Jembatan Cangkir
2	1233	858	696485.1	9175317	Dam Gunungsari
3	1083	210	692045.1	9194787	Pertigaan Jln Gedangan
4	976	320	688835.1	9191517	Sawah Ds Jrebeng
5	988	56	689195.1	9199437	Tegalan Perning Gresik
6	966	185	688565.1	9195897	Dam Lengkong Mojokerto

**Tabel 2. Data Koordinat *Resampling***

No	X	Y	Residual X	Residual Y
1	670505.1	9180117	-1.22 E-06	-1.71 E-05
2	696485.1	9175317	-3.18 E-06	-4.45 E-05
3	692045.1	9194787	-1.21 E-06	-1.69 E-05
4	688835.1	9191517	-1.43 E-06	-2.0 E-05
5	689195.1	9195897	-7.86 E-07	-1.10 E-05
6	688565.1	9195897	-1.10 E-06	-1.54 E-05

**Tabel 3. Resolusi Spectral Landsat TM**

Band	Panjang gelombang ( $\lambda$ ) Satuan $\mu\text{m}$	Karakteristik
1	0.45 - 0.52	Resolusi spasial 30 m, sal biru.
2	0.52 - 0.60	Resolusi spasial 30 m, sal hijau
3	0.63 - 0.69	Resolusi spasial 30 m, sal merah
4	0.76 - 0.90	Resolusi spasial 30 m, reflected IR
5	1.55 - 1.75	Resolusi spasial 30 m, reflected IR
6	2.06 - 2.35	Resolusi spasial 30 m, reflected IR

**Tabel 4. Matrik Korelasi Citra Landsat TM**

No	1	2	3	4	5	6
1	1	0.930251	0.823902	0.028402	0.301483	0.420219
2	0.930251	1	0.869175	-0.010514	0.262202	0.378686
3	0.823902	0.869175	1	0.138489	0.551984	0.679578
4	0.028402	-0.010514	0.138489	1	0.775157	0.586838
5	0.301483	0.262202	0.551984	0.775157	1	0.948626
6	0.420219	0.378686	0.679578	0.586838	0.948626	1

**Tabel 5. Data Training Sample**

No	Kode SIG	Jml Pixel	Band	Min	Max	Mean	Std Deviasi
			3	24	38	31,26	1,77
1	KLAS 1	408	1	84	101	92,45	2,04
			2	30	39	34,58	1,19
			3	49	65	57,12	1,96
2	KLAS 2	279	1	103	119	111,39	1,91
			2	39	53	46,34	1,77
			3	40	53	46,33	1,64
3	KLAS 3	180	1	86	100	93,14	1,75
			2	33	44	38,20	1,40
			3	21	40	30,62	2,45
4	KLAS 4	648	1	71	92	81,41	2,70
			2	26	41	33,39	1,96
			3	43	60	51,65	2,10
5	KLAS 5	110	1	94	117	105,90	2,84
			2	37	49	43,39	1,50
			3	22	50	36,34	2,95
6	KLAS 6	313	1	76	97	86,44	2,55
			2	26	43	34,64	2,20
			3	41	50	45,66	1,18
7	KLAS 7	228	1	81	96	88,72	1,84
			2	25	47	35,83	2,74

Berdasarkan analisis komponen utama (*Principle Component Analysis/PCA*) untuk keenam *band* tersebut, diperoleh hasil sebagaimana Tabel 4.

Berdasarkan hasil analisis komponen *PCA*, dilakukan sampel latihan (*training sample*), dengan membuat citra gabungan (*composite*) *RGB PCA band* 3, 1, 2. Diskriminasi obyek yang heterogen diperoleh dengan

melakukan perbaikan kontras citra (*image stretching*) melalui perataan histogram (*histogram equalization*). Nilai frekuensi terbesar dari histogram yang memiliki puncak tertinggi dapat dipilih sesuai kombinasi gabungan citranya. Selanjutnya dari citra komposit yang dihasilkan dapat dilakukan interpretasi secara visual pada layar monitor, sehingga dapat dideteksi pembagian kelas dengan proses klasifikasi.

Proses klasifikasi citra dilakukan melalui *training set* dengan membuat deliniasi vektor yang mengelilingi obyek yang dituju untuk dinilai representatif dan dijadikan suatu kelas. Deliniasi dilakukan dengan memberikan identitas (ID) numerik berdasarkan angka keabuanannya. Hasil deliniasi tersebut berupa sekumpulan poligon pembatas terhadap sekumpulan *feature-feature* terseleksi. Setelah proses deliniasi vektor dinilai cukup mewakili lalu dilanjutkan proses pembuatan *signature*. Hasil dari proses ini berupa harga jumlah piksel dalam suatu *training set*, harga maksimum, harga minimum, dan harga rata-rata dari angka digital (*digital number grey scale*) serta harga deviasi standar yang dinyatakan dalam persen.

Analisis statistik masing-masing *signature* menghasilkan nilai deviasi standar yang memenuhi syarat, yakni  $< 3\%$ . Nilai terkecil terdapat pada kombinasi *band* 2,1,3 sebagaimana citra komposit. Hasil contoh latihan ditampilkan dalam *Dimple Training Set* (Tabel 5.).

Dalam proses klasifikasi citra digunakan teknik *Maximum Likelihood* (Keserupaan Maksimum). Hasil citra terklasifikasi berupa penggunaan lahan yang terdiri atas sembilan jenis penggunaan. Selanjutnya dilakukan interpretasi terhadap obyek untuk masing-masing klas sesuai dengan karakteristik dan grafik reflektan pada modul *signature comparison*.

Berdasarkan hasil interpretasi tersebut, selanjutnya dilakukan *ground truth* dan verifikasi lapangan untuk mendapatkan informasi yang sesuai dengan keadaan lapangan. *Ground truth* adalah proses pencocokan hasil klasifikasi citra yang telah diinterpretasi dengan keadaan tutupan lahan di lapangan, sedangkan verifikasi lapangan adalah suatu tahapan untuk mendapatkan kepastian obyek-obyek yang diklasifikasikan berdasarkan data-data sekunder maupun diskripsi/hasil pengamatan.

Penggunaan lahan di wilayah Kali Surabaya tahun 1990 diperoleh dari peta penggunaan lahan skala 1 : 50.000 yang didigitasi dengan menggunakan *software Arc View* untuk analisis spasial. Perhitungan analisis penggunaan lahan terhadap tingkat pencemaran dikaji berdasarkan luas perubahan penggunaan lahan pada tiap-tiap segmen. Sedangkan data tentang jenis dan luas penggunaan lahan keseluruhan untuk wilayah Kali Surabaya tahun 1990 dan 1997 dapat dilihat pada Tabel 6, 7 dan 8.

Berdasarkan data penggunaan lahan tahun 1990 dan tahun 1997 dapat dihitung perubahan penggunaan lahan rata-rata yang terjadi pada masing-masing *segmen*, sedangkan perubahan penggunaan lahan rata-rata secara keseluruhan di wilayah Kali Surabaya, diuraikan sebagai berikut (Tabel 9):

- Sawah adalah areal pertanian basah atau sering digenangi air secara periodik atau terus menerus. Perubahan lahan sawah berkurang sebesar 5,72 %.
- Perkampungan adalah kelompok bangunan tempat tinggal penduduk yang terdiri atas kampung, perumahan, kuburan dan *emplasemen*. Perubahan lahan perkampungan bertambah sebesar 23,31%.
- Tegalan adalah usaha pertanian tanah kering yang penggarapannya dilakukan secara permanen. Perubahan penggunaan lahan tegalan bertambah sebesar 0,15%.
- Industri adalah bidang tanah yang digunakan untuk kegiatan usaha produktif. Perubahan lahan industri bertambah sebesar 36,67%.
- Semak adalah areal terbuka yang ditumbuhi tumbuhan rendah seperti rumput dan semak belukar. Perubahan lahan semak berkurang sebesar 26,67%.

**Tabel 6. Hasil interpretasi dari citra terklasifikasi**

No.	Kode <i>Signature</i>	Interpretasi
1	KLAS 1	Sawah
2	KLAS 2	Perkampungan
3	KLAS 3	Tegalan
4	KLAS 4	Tambak
5	KLAS 5	Industri
6	KLAS 6	Lapangan OR
7	KLAS 7	Semak

**Tabel 7. Data penggunaan lahan tahun 1990**

No	Jenis Penggunaan Lahan	Luas (m <sup>2</sup> )	Luas (%)
1	Sawah	439.294.101,74	55,97
2	Perkampungan	386.231.147,29	23,01
3	Tegalan	153.525.836,86	9,15
4	Tambak	175.901.347,48	10,48
5	Industri	2.267.385,08	14
6	Lapangan Olahraga	3.162.405,50	0,19
7	Semak	1.790.040,85	0,11
	Jumlah	1.678.163.341,37	

**Tabel 8. Data penggunaan lahan tahun 1997**

No	Jenis penggunaan Lahan	Luas (m <sup>2</sup> )	Luas (%)
1	Sawah	8.855.928.876,26	52,77
2	Perkampungan	503.657.827,02	30,01
3	Tegalan	154.361.169,25	9,20
4	Tambak	110.505.188,44	6,58
5	Industri	3.580.081,70	0,21
6	Lapangan Olahraga	3.162.405,507	0,19
7	Semak	1.312.696,622	0,08
	Jumlah	1.678.163.341,38	

Pencemaran lingkungan khususnya pencemaran air wilayah Kali Surabaya diasumsikan terjadi karena penurunan kualitas air sungai yang meliputi parameter kunci BOD, COD, TSS. Data kualitas air Kali Surabaya diperoleh berdasarkan hasil pemantauan kualitas air pada 9 titik pantau secara kontinu. Pengambilan data kualitas air dilakukan setiap bulan baik musim kemarau

maupun musim hujan. Pengaruh perubahan lahan diasumsikan terjadi sesuai dengan pembagian *segmen* berdasarkan arah konturnya seperti digambarkan pada peta Gambar 2.

Data kualitas air rata-rata pada tahun 1990 dan 1997 diperlihatkan pada Tabel 10.

**Tabel 9. Data perubahan penggunaan lahan rata-rata**

No	Jenis Penggunaan Lahan	Perubahan (m2)	Perubahan (%)
1	Sawah	- 53.701.225,48	- 5,72
2	Perkampungan	+ 117.426.679,73	23,31
3	Tegalan	+ 835.352,40	0,54
4	Tambak	0,000	0,00
6	Industri	+ 1.312.696,62	36,67
8	Lapangan Olahraga	0,000	0,00
9	Semak	- 447.344,22	- 26,67

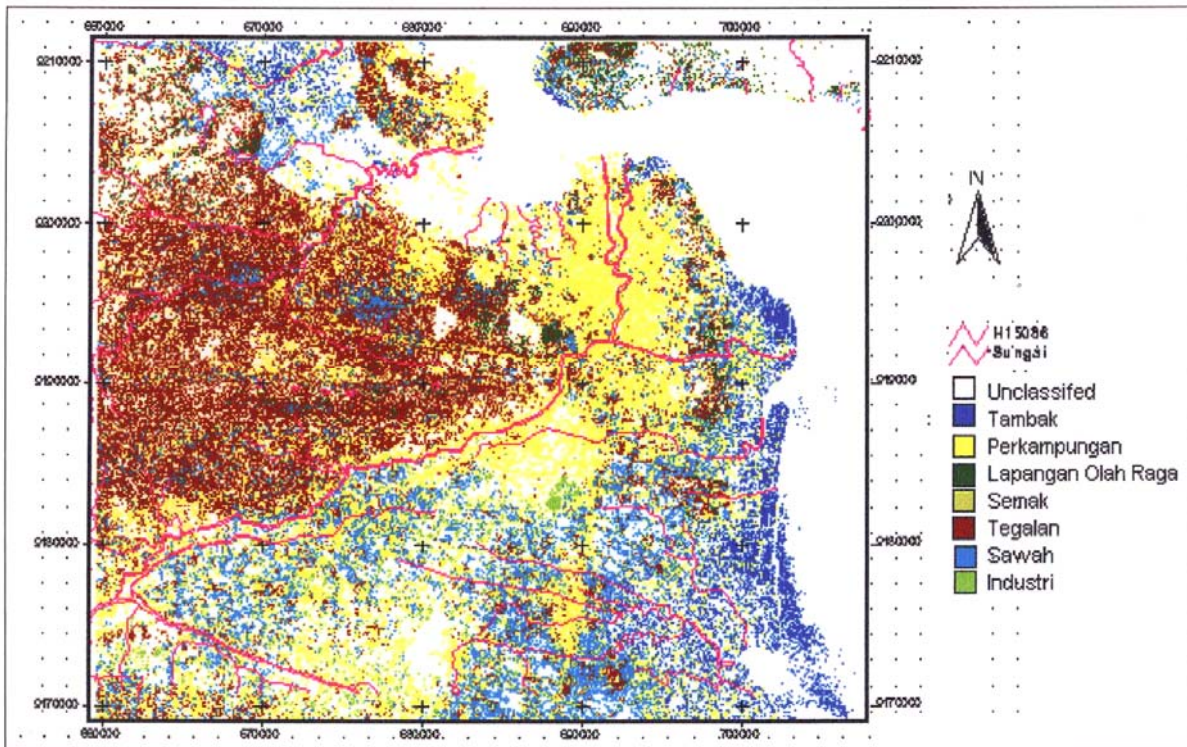
**Tabel 10. Data kualitas air rata-rata**

No	Kode	1990			1997		
		BOD	COD	TSS	BOD	COD	TSS
1	1000	5.02	9.87	65.67	15.29	39.93	260.33
2	1020	5.99	12.15	148.00	12.22	33.81	250.92
3	1030	6.20	13.20	70.33	13.86	31.02	421.08
4	1035	13.10	28.52	105.83	17.20	41.68	407.89
5	1040	6.52	13.28	51.83	14.39	37.95	305
6	1045	12.20	25.65	54.50	14.91	34.53	290.92
7	1050	10.08	21.43	68.17	15.76	39.38	371.92
8	1060	8.69	19.04	88.17	14.89	40.67	378
9	1100	8.43	16.40	52.67	16.04	39.83	306.75

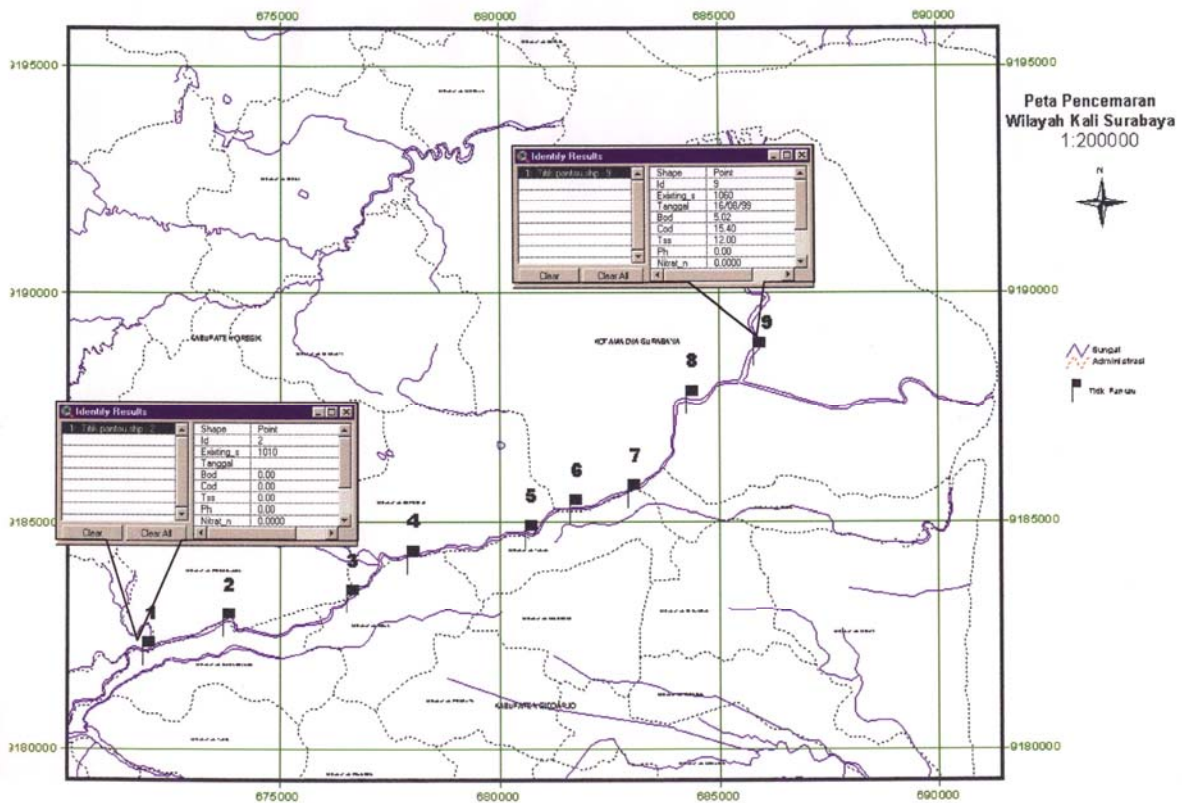
Sumber : Hasil pemantauan kualitas air.

**Tabel 11. Data perubahan parameter kualitas air**

No	Kode	Perubahan tahun 1990-1997		
		BOD	COD	TSS
1	1000	10.28	30.06	194.67
2	1020	6.23	21.66	102.92
3	1030	7.66	17.82	350.75
4	1035	1.02	5.91	257.71
5	1040	7.87	24.67	253.17
6	1045	2.70	8.88	236.42
7	1050	5.68	17.95	303.75
8	1060	6.20	21.63	289.83
9	1100	7.62	23.43	254.08



Gambar 2. Hasil Klasifikasi Citra Kali Surabaya Tahun 1997



Gambar 3. Peta Pencemaran Wilayah Kali Surabaya



Berdasarkan data hasil pemantauan kualitas air secara kontinu tahun 1990 dan 1997 dapat dihitung rata-rata perubahan kadar BOD, COD dan TSS yang disajikan pada Tabel 11.

Berdasarkan data perubahan kualitas air tersebut diperoleh hasil kecenderungan meningkatnya nilai parameter BOD, COD dan TSS yang hampir merata pada tiap *segmen*, dengan kenaikan BOD, COD dan TSS rata-rata 50-70 % untuk tahun 1990 – 1997.

Selanjutnya dilakukan pembuatan model Sistem Informasi Geografis, yang memadukan *overlay* data perubahan penggunaan lahan hasil data citra terklasifikasi dan peta penggunaan lahan. Kemudian dibuat *coverage* dengan menggunakan *Software ArcView Spatial Analysis* dan ditambahkan atribut khusus untuk tingkat pencemaran (BOD, COD, TSS) pada titik pantau masing-masing *segmen*. Proses pembuatan basis data tersebut setiap saat dapat diakses sesuai keperluan.

Adapun tahapan pembuatan model SIG, sebagai berikut:

- Proses digitasi peta penggunaan lahan hasil citra terklasifikasi skala 1:50.000 untuk wilayah Kali Surabaya, dengan menggunakan *digitizer* yang kemudian dilakukan transformasi dari *raster* ke vektor dengan hasil *coverage* penggunaan lahan;
- *Overlay* geometrik antara *layer* lahan dan sungai, lokasi industri dan titik-titik pantau dengan input data skala 1 : 50.000 dan hasil *overlay* skala 1 : 250.000
- Pembuatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dilakukan dengan menambahkan basis data BOD, COD, TSS dan data-data atribut seperti jenis industri, kode titik pantau dan jenis parameter.

#### 4. Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan ini, maka dapat disimpulkan bahwa metode Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis dapat digunakan sebagai

alat bantu dalam melakukan analisis perubahan penggunaan lahan. Hasil analisis menentukan terjadinya perubahan lahan di wilayah Kali Surabaya yakni sawah berkurang sebesar 53.701.225,48 m<sup>2</sup> (5,72%), perkampungan bertambah sebesar 117.426.679,73 m<sup>2</sup> (23,31%), tegalan bertambah 835.352,40 m<sup>2</sup> (0,54%) dan industri bertambah 1.312.696,62 m<sup>2</sup> (36,67%). Pengetahuan tentang perubahan lahan dapat digunakan untuk mengetahui kualitas lingkungan berdasarkan data perubahan kualitas air yang diperoleh dari hasil kecenderungan nilai parameter BOD, COD dan TSS yang hampir merata pada tiap *segmen*, dengan kenaikan BOD, COD dan TSS rata-rata 50-70 % untuk tahun 1990 – 1997.

#### Daftar Acuan

- [1] Sutanto, Penginderaan Jauh Jilid II, Edisi 2, Gajah Mada University Press, Yogyakarta, 1994.
- [2] P.A. Burrough, Principles of Geographic Information for Land Resource Assesment, Oxford Univercity Press, New York, 1986.
- [3] D.P. Shrestha, Remote Sensing Techniques And Digital Image Processing, International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, 1994.
- [4] S. Aranof, Geographic Information System: A Management Perspective, WDL Plublications, Ottawa, 1989.
- [5] R.J. Schalkoff, Digital Image Processing and Computer Vision, Jonh Wiley and Sons, New York, 1989.
- [6] A. Murni, Pengantar Pengolahan Citra, Elex Media Komputindo, Jakarta, 1992.
- [7] R.C. Gonzales, P. Wintz, Digital Image Processing, Addison Wesly Publishing Co. Massachusetts, 1987.
- [8] T.M. Lillesand, R.W. Kiefer, Remote sensing and Image Interpretation, Jonh Wiley and Sons, New York, 1979.
- [9] R. Mastra, Konsep Sistem Informasi Geografis, Totorial Workshop, Bandung, 1993.