ANALISIS PERUBAHAN POLA DAN PENUTUP LAHAN SUNGAI BENGAWAN SOLO DENGAN MENGGUNAKAN CITRA SATELIT PENGINDERAAN JAUH MULTITEMPORAL

Fidiyawati*), Danang Surya Candra*)
*)Institut Teknologi Sepuluh November
**) Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh, (LAPAN
e-mail : fidiyawati@gmail.com

Abstract

Bengawan Solo River is a potential water resources for supporting the management and development of water resources. Recently, the condition of Bengawan Solo river is very critical in line with the carrying its capacity as reservoir in rainy season and drought in dry season. This is due to the increasing of land use change, resulting in damage to the river and it can influence the change in the pattern of the Bengawan Solo drainage . Therefore, the monitoring purpose is required map of the Bengawan Solo drainage patterns and land use along Lamongan. This research was done using the medium resolution satellite imagery SPOT-4 and Landsat 7 ETM +, it more effective and efficient especially for areas that are changing quickly and have wide coverage. Directional filter method is used to monitor drainage pattern changes. Observation of drainage pattern changes concern at the physical condition of the Bengawan Solo river. Land use change is obtained by supervised classification . The results showed that the drainage pattern of the Bengawan Solo River is dominated by river rectangular pattern. The drainage pattern from 2003 to 2009 is not change relatively. There is a change of the landuse along Bengawan Solo river in Lamongan annualy. Land use change along the Bengawan Solo river is caused by transisition function of forests into water body and rice field into settlements. It can be seen from the increasing of settlement area (2306.32 Ha) and decreasing of forest area (1767.40 Ha) . This leads to reduced water catchment areas so that the Bengawan Solo river susceptible to flood during the rainy season.
Key Words : *Drainage pattern, Land use, Remote sensing, SPOT-4, Landsat-7 ETM+*

Abstrak

Sungai Bengawan Solo merupakan sebuah sumber air yang sangat potensial bagi usaha-usaha pengelolaan dan pengembangan sumber daya air. Kondisi Sungai Bengawan Solo saat ini sudah sangat kritis sejalan dengan kemampuan daya dukungnya sebagai penampung saluran air di musim hujan dan kekeringan di musim kemarau. Hal ini akibat kondisi perubahan penutup lahan semakin meningkat, sehingga mengakibatkan kerusakan sungai yang berpengaruh terhadap perubahan pola sungai Bengawan Solo. Oleh karena itu, untuk keperluan monitoring dibutuhkan pemetaan mengenai pola sungai Bengawan Solo dan penutup lahan di sepanjang Kabupaten Lamongan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan citra satelit resolusi menengah yaitu SPOT-4 dan Landsat 7 ETM + sehingga lebih efektif dan efisien terutama untuk daerah yang berubah secara cepat, serta mempunyai cakupan yang lebih luas. Metode yang digunakan untuk memantau perubahan pola sungai adalah Filter Directional. Pengamatan perubahan pola sungai ditujukan pada kondisi fisik sungai Bengawan Solo. Perubahan penutup lahan dihasilkan dari kalsifikasi dengan menggunakan metode terbimbing. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola sungai Bengawan solo hilir sepanjang Kabupaten Lamongan didominasi oleh pola aliran sungai Rectangular. Pola sungai dari tahun 2003 sampai 2009 relatif tetap. Tetapi terjadi perubahan luasan sungai Bengawan solo sepanjang Kabupaten Lamongan dari tahun ke tahun. Perubahan penutup lahan sungai Bengawan Solo sepanjang kabupaten Lamongan sebagian besar merupakan peralihan fungsi dari hutan, badan air, dan sawah menjadi pemukiman. Hal tersebut terlihat dari bertambahnya area pemukiman (2306,32 Ha) dan berkurangya area hutan (1767,40 Ha). Hal ini menyebabkan berkurangnya daerah resapan sehingga daerah aliran sungai Bengawan Solo rentan terhadap terjadinya banjir pada saat musim penghujan.
Kata Kunci: *Pola Sungai, Penutup lahan, Penginderaan Jauh, SPOT-4, Landsat-7 ETM+*

1. Pendahuluan

Sungai Bengawan Solo memiliki peranan dan fungsi yang sangat strategis sebagai penyangga kehidupan masyarakat terutama bagi penduduk yang tinggal di sekitar kawasan sepanjang aliran sungainya. Secara teknis (fisik) Bengawan Solo berfungsi memberikan kesuburan dalam menunjang

pengairan areal sawah dan daerah pertanian di sepanjang sungai dan memenuhi kebutuhan air untuk kehidupan sehari-hari penduduk bahkan masyarakat di perkotaan.

Kabupaten Lamongan merupakan salah satu kabupaten yang dilalui oleh Sungai Bengawan Solo. Pertumbuhan penduduk dan pembangunan yang pesat yang terjadi di kota ini khususnya bidang pemukiman, membutuhkan areal yang sangat luas. Hal ini berdampak terjadinya perubahan penggunaan lahan. Perubahan penggunaan lahan tersebut mengarah pada penutupan lahan menjadi lapisan kedap air sebagai akibat dari semenisasi (penutupan lahan dengan semen).

Ditambah dengan kondisi wilayah yang berada daerah hilir atau daerah dataran rendah memberikan peluang terjadinya banjir pada saat musim penghujan. Banjir merupakan bahaya laten yang setiap tahun merusak dataran rendah disekitar sungai. Faktor penyebab utama terjadinya banjir adalah kerusakan daerah aliran sungai (DAS) sehingga menyebabkan debit banjir besar, pendangkalan sungai, penutupan muara, dan perubahan pola sungai.

Oleh karena itu, perlu adanya suatu pemetaan mengenai pola sungai Bengawan Solo dan penutup lahan di sepanjang Kabupaten Lamongan. Pemetaan dilakukan menggunakan teknologi Penginderaan Jauh (Remote Sensing) secara efektif dan efisien, terutama untuk daerah yang berubah secara cepat. Keuntungan lain dari teknologi ini yaitu dapat dilakukan revisi pemetaan daerah dengan cepat dan mudah setiap saat, serta cakupan yang lebih luas dengan menggunakan citra SPOT 4 dan Landsat-7 ETM+.

Metode yang digunakan untuk pola sungai adalah metode filter directional dan klasifikasi penutup lahan menggunakan metode Supervised Classification. Analisis perubahan pola dan penutup lahan sungai Bengawan Solo dilakukan dengan cara membandingkan data citra satelit tahun 2003, 2006, dan 2009.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perubahan pola dan tata guna lahan sungai Bengawan Solo sepanjang kabupaten Lamongan dari tahun 2003 sampai tahun 2009. Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah memberikan suatu informasi mengenai perubahan pola dan penutup lahan sungai Bengawan Solo di kabupaten Lamongan sehingga informasi tersebut dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengelolaan dan pengembangan khususnya di wilayah tersebut.

2. Metodologi

2.1. Data

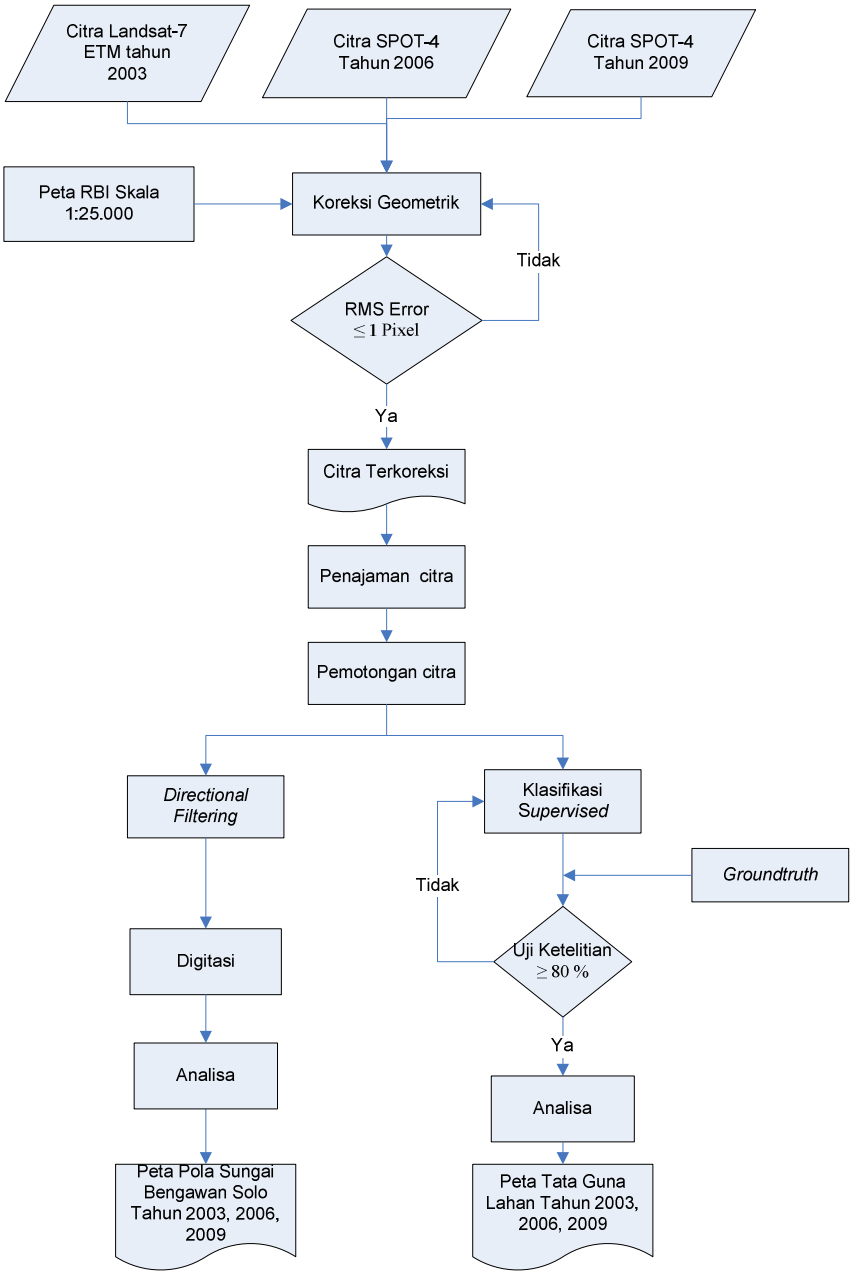
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

a. Citra satelit SPOT-4 tahun 2006 (13 Juni 2006) dan 2009 (3 Desember 2009) level 2A masing-masing terdiri dari 2 scene K/J: 296/364, serta Citra Landsat-7 ETM tahun 2003 (13 Mei 2003) path/row 119/065 daerah Kabupen Lamongan.

b. Peta RBI lembar Babat (1508-634), Sukodadi (1508-643), Banjaranyar (1509-312) dan Karanggeneng (1509-321) terbitan BAKOSURTANAL tahun 1999 dengan skala 1:25000 digunakan untuk mendapatkan batas adminitrasi.

2.2. Metode

Tahapan dalam pengolahan data pada penelitian ini adalah :



Gambar 2-1. Diagram Alir Pengolahan Data

Richards (1986) mendefinisikan Filter directional sebagai filter untuk mendeteksi dan menyorot tepi diagonal, horisontal dan vertikal dalam citra digital. Derivatif dari suatu fungsi digital didefinisikan dalam bentuk diferensial atau turunan. Definisi dasar derivatif orde-pertama dari fungsi satu-dimensi *f(x)* merupakan diferensial atau turunan seperti berikut (Gonzalez and Woods, 2008):

$$\frac{\partial f}{\partial x} = f(x+1) - f(x) \tag{2-1}$$

Dan derivatif orde-kedua dari f (x) adalah

$$\frac{\partial^2 f}{\partial^2 x} = f(x+1) - f(x-1) - 2f(x) \tag{2-2}$$

Derivatif pertama : 0 0 -1 -1 -1-1-1 0 0 0 0 0 5 0 0 0 0

Derivatif kedua : 0 0 -1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 5 -5 0 0 0

Jika suatu citra memiliki sebuah fungsi kecerahan yang berkelanjutan dari koordinat *x* dan *y*, *Ø*(*x, y*), maka gradien vector dari sebuah gambar atau citra dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$\nabla \emptyset\,(x,y) = \frac{\partial}{\partial x}\emptyset(x,y)\boldsymbol{i} + \frac{\partial}{\partial y}\emptyset(x,y)\boldsymbol{j} \tag{2-3}$$

Dimana *i, j* adalah vektor unit. Arah gradien vector merupakan arah kemiringan keatas maksimumdan amplitudonya merupakan nilai kemiringan. Untuk operasi pendeteksian tepi (edge detection) biasanya hanya menggunakan besarnya gradien, seperti berikut (Richards , 1986):

$$|\nabla| = \sqrt{\nabla_1^2 + \nabla_2^2} \tag{2-4}$$

dimana,

$$\nabla_1 = \frac{\partial}{\partial x}\emptyset(x,y) \qquad \nabla_2 = \frac{\partial}{\partial y}\emptyset(x,y) \tag{2-5}$$

Operasi diatas menghasilkan matriks arah pendeteksian tepi sebagai berikut:

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

vertikal

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

horizontal

0	1	1
-1	0	1
-1	-1	0

1	1	1
1	0	-1
0	-1	-1

diagonal

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Klasifikasi Penutup Lahan

Dari hasil perhitungan nilai kekuatan jaring (*Strength of Figure*) untuk citra Landsat-7 tahun 2003 adalah 0,0005773, citra SPOT 4 tahun 2006 adalah 0,0004717, dan citra SPOT 4 tahun 2009 adalah 0,0003951, Dalam hal ini semakin kecil bilangan faktor kekuatan jaringan tersebut di atas, maka akan semakin baik konfigurasi jaringan dan sebaliknya (Abidin, 2002).

Nilai RMSerror rata-rata pada masing-masing citra adalah :

1. Citra Landsat 7 ETM+ tahun 2003 Path/Row 119/065 sebesar 0, 196.
2. SPOT4 tahun 2006 K/J 296/364 sebesar 0, 201.
3. SPOT4 tahun 2006 K/J 296/364 sebesar 0,199.

Hasil RMSerror rata-rata citra mempunyai nilai RMS error rata-rata kurang dari 1 pixel (Purwadhi, 2001) sehingga dianggap memenuhi toleransi yang diberikan. Klasifikasi yang dilakukan pada citra Landsat dan SPOT 4 menggunakan klasifikasi terselia (supervised classification). Hasil dari klasifikasi citra Landsat dan SPOT 4 yaitu berupa peta penutup lahan yang diklasifikasikan menjadi 6 kelas penutup lahan yaitu kelas pemukiman, hutan, kebun, sawah, semak belukar, dan badan air.

Tabel 3-1. Jenis dan Luas Area Penutup Lahan Sungai Bengawan Solo Kabupaten Lamongan pada tahun 2003

No.	Penutup lahan	Luas (Ha)	Prosentase %
Penutup Lahan Tahun 2003			
1	Pemukiman	4227,40	14,43
2	Sawah	10537,32	35,96
3	Kebun	7452,56	25,43
4	Semak Belukar	1561,50	5,33
5	Hutan	3405,48	11,62
6	Badan Air	2118,24	7,23
Penutup Lahan Tahun 2006			
1	Pemukiman	4605,84	15,71
2	Sawah	9546,44	32,55
3	Kebun	7590,08	25,88
4	Semak Belukar	2035,44	6,94
5	Hutan	1662,30	5,67
6	Badan Air	3885,88	13,25
Penutup Lahan Tahun 2009			
1	Pemukiman	6533,72	21,98
2	Sawah	9027,24	30,37
3	Kebun	6533,66	21,98
4	Semak Belukar	1793,90	6,03
5	Hutan	1638,08	5,51
6	Badan Air	4199,40	14,13

3.2. Analisis Perubahan Luas Sungai Bengawan Solo

Perubahan luas penutup lahan pada Sungai Bengawan Solo dapat dilihat pada Tabel 3-2. Dari tabel diatas menunjukkan bahwa perubahan luas sungai yang paling dominan terjadi antara tahun 2006 yang terlihat dari pengurangan luasan sungai sebesar 55,973 Ha.

Tabel 3-2. Perubahan Luas Sungai Bengawan Solo sepanjang kabupaten Lamongan

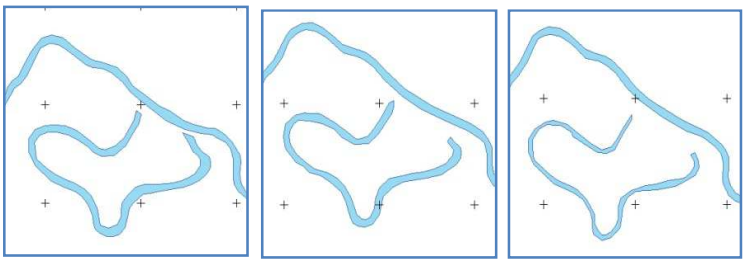
Tahun	Luas Sungai (Ha)	Perubahan (Ha)
2003	633,131	- 55,973
2006	577,158	
2009	542,154	- 35,004

Perubahan tersebut dapat disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya adalah:

a. Sedimen yang dibawa oleh anak sungai yang bermuara ke sungai Bengawan Solo, seperti sungai Lamong dan sungai dapur.
b. Pengembangan wilayah oleh masyarakat disekitar daerah aliran sungai Bengawan Solo.
c. Pengendapan sedimen di bendungan-bendungan sepanjang sungai Bengawan Solo, seperti bendungan Gondang.

3.3. Analisis Meander Sungai Bengawan Solo

Meander Sungai Bengawan Solo tahun 2003, 2006 dan 2009 dapat dilihat pada Gambar 3-1. Dari gambar 3-1 diatas menunjukkan bahwa terjadi perubahan meander sungai dari tahun 2003 sampai tahun 2009.



(a) (b) (c)

Gambar 3-1. Meander Sungai Bengawan Solo tahun 2003 (a), tahun 2006 (b) dan tahun 2009 (c)

Pada tahun 2003 meander sungai yang terbentuk mendekati sungai utama Bengawan Solo, pada tahun 2006 mulai menjauh dari sungai utama dan pada tahun 2009 semakin menjauh ke arah utara dari sungai utama Bengawan Solo. Perubahan tersebut akibat adanya pengangkutan sedimen pada saat terjadi banjir. Kejadian banjir bandang di wilayah sungai bengawan solo tahun 2007 menyebabkan meander sungai pada tahun 2009 semakin menjauh ke arah utara dari sungai utama Bengawan Solo.

3.4. Analisis Pola Sungai Bengawan Solo

DAS Bengawan Solo mempunyai pola aliran yang berbeda. Sungai dan anak sungai dibagian hulu membentuk pola aliran radial dengan kelerengan yang terjal. Bagian tengah dan hilir membentuk pola aliran rectangular dengan catchment area dan kelerengan rendah.

Dari interpretasi pada citra Landsat tahun 2003, SPOT 4 pada tahun 2006 dan tahun 2009 dapat diketahui bahwa Pola aliran sungai Bengawan Solo hilir kabupaten lamongan relatif tetap dengan pola aliran sungai didominasi oleh pola aliran rectangular yaitu sungai dan anak sungai utama saling tegak lurus bermuara pada sungai-sungai utama atau langsung bermuara ke laut. Berkembang di batuan yang homogen dan tidak terkontrol oleh struktur, umunya pada batuan sedimen dengan perlapisan horisontal, atau pada batuan beku dan batuan kristalin yang homogen dan mengikuti struktur patahan

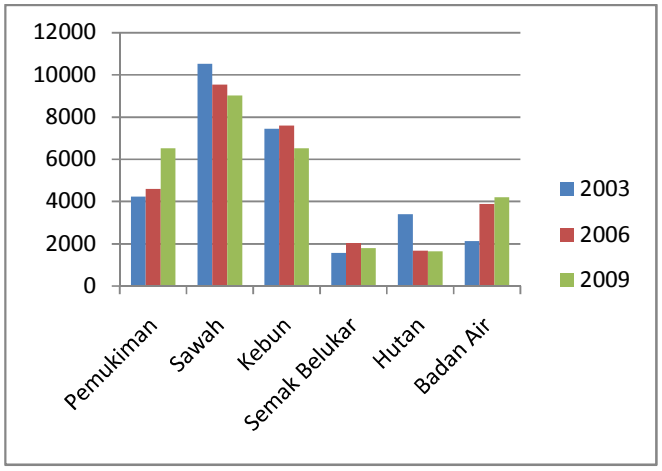
3.5. Analisis Perubahan Penutup lahan

Dari hasil klasifikasi yang dilakukan diperoleh perubahan luas area penutup lahan dari tahun 2003 sampai 2009 yang ditunjukkan pada tabel 3-3 dibawah ini.

Tabel 3-3. Perubahan Luasan Penutup Lahan tahun 2003, 2006 dan 3009.

Penutup lahan	Luasan (Ha)			Perubahan (Ha)		
	2003	2006	2009	2003-2006	2006-2009	2003-2009
Pemukiman	4227,40	4605,84	6533,72	378,44	1927,88	2306,32
Sawah	10537,32	9546,44	9027,24	- 990,88	- 519,20	-1510,08
Kebun	7452,56	7590,08	6533,66	137,52	- 1056,42	-918,9
Semak Belukar	1561,50	2035,44	1793,9	437,94	- 259,54	232,40
Hutan	3405,48	1662,30	1638,08	-1743,18	- 24,22	-1767,4
Badan Air	2118,24	3885,88	4199,40	1767,64	313,52	2081,16

Dari tabel dan grafik diatas menunjukkan bahwa perubahan terbesar terjadi pada area pemukiman yang bertambah dari tahun 2003 sampai tahun 2009 sebesar 2306,32 Ha, kelas hutan berkurang sebesar 101,71 Ha. Bertambahnya luas pemukiman dan berkurangnya luas hutan menyebabkan berkurangnya daerah resapan air sehingga terjadinya banjir di sepanjang sungai bengawan solo kabupaten Lamongan.

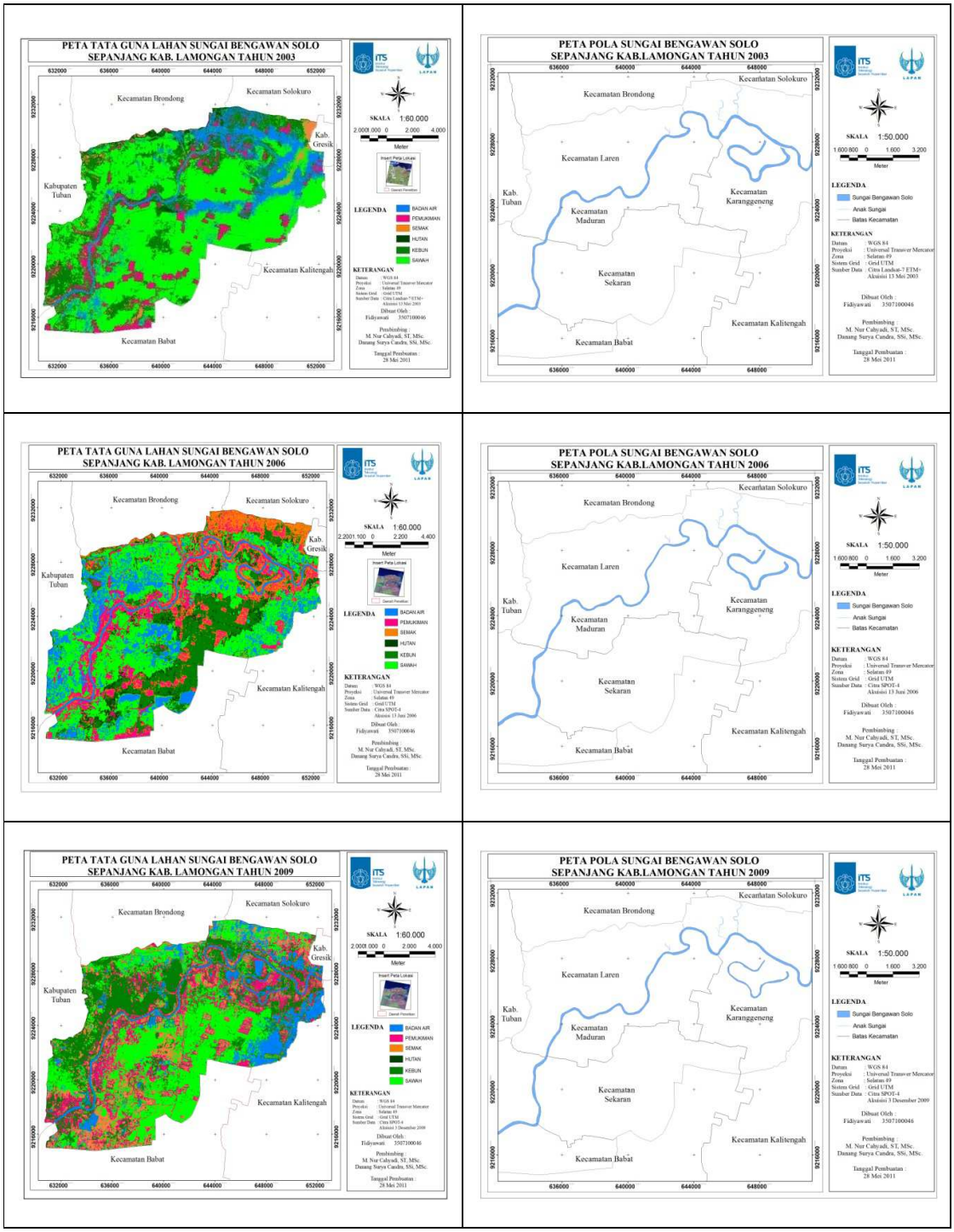


Gambar 3-2. Grafik Perubahan Luas Penutup lahan Tahun 2003, 2006, 2009

Untuk menguji kebenaran interpretasi citra yang telah dilakukan, maka diperlukan untuk diadakan check lapangan dengan tujuan untuk membandingkan kondisi koordinat titik dipeta dengan kondisi koordinat titik tersebut di lapangan. Adapun citra yang diujikan ke lapangan adalah citra tahun terakhir penelitian untuk mendapatkan perubahan penutup lahan, yaitu Citra SPOT4 tahun 2009.

Uji ketelitian dilakukan dengan menggunakan perhitungan confusion matrix. Dari hasil perhitungan yang dilakukan, didapatkan hasil ketelitian seluruh hasil klasifikasi (KH) citra SPOT4 tahun

2009 sebesar 88,20%. Klasifikasi citra dianggap benar jika hasil perhitungan confusion matrix ≥ 80% ((Short, 1982) dalam Adry, 2009). Sehingga klasifikasi yang dilakukan dianggap benar.



Gambar 3-3. Peta Penutup lahan dan Peta Pola Sungai Bengawan Solo

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan beberapa hal berikut ini:

a. Nilai rata – rata RMSerrors pada penentuan titik kontrol tanah atau GCP (Ground Control Points) sebesar 0,196 untuk Landsat ETM+ tahun 2003, 0,201 untuk citra SPOT 4 tahun 2006, dan 0,199 untuk citra SPOT 4 tahun 2009 telah memenuhi toleransi dari RMSerrors yang nilainya ≤ 1 pixel.

b. Nilai kekuatan jaring citra Landsat ETM+ tahun 2003 sebesar 0,0005773, citra SPOT 4 sebesar 0,0004717, dan citra SPOT 4 tahun 2009 sebesar 0,0003951 telah memenuhi syarat ketelitian Sof, yaitu nilainya mendekati nol (0).

c. Hasil uji klasifikasi penutup lahan yang dilakukan dengan metode klasifikasi Supervised untuk citra SPOT-4 bulan Desember 2009 menunjukkan tingkat kebenaran 88,20%, maka ketelitian klasifikasi dianggap benar karena memiliki nilai ≥ 80%.

d. Terjadi perubahan luas sungai Bengawan Solo sepanjang Kabupaten Lamongan selama tahun 2003 sampai 2009, perubahan luas sungai yang paling dominan terjadi antara tahun 2003 dan 2006 yang terlihat dari pengurangan luasan sungai sebesar 55,973 Ha.

e. Perubahan penutup lahan sungai Bengawan Solo sepanjang kabupaten Lamongan sebagian besar merupakan peralihan fungsi dari hutan, badan air, dan sawah menjadi pemukiman hal tersebut terlihat dari bertambahnya area pemukiman sebesar 2306,32 Ha dan berkurangya area hutan sebesar 1767,40. Berkurangnya area hutan dan bertambahnya area pemukiman menyebabkan berkurangnya daerah resapan sehingga daerah aliran sungai Bengawan Solo rentan terhadap terjadinya banjir pada saat musim penghujan.

f. Pola aliran sungai Bengawan Solo sepanjang kabupaten Lamongan dari tahun 2006 sampai tahun 2009 relatif tetap yang didominasi oleh pola aliran rectangular.

5. Daftar Rujukan

Abidin, H. 2001. Standar Nasional Indonesia Jaring Kontrol Horisontal Nasional. JURNAL SURVEYING DAN GEODESI, Vol.XI, No.3, September 2001.

Adry, R. 2009. Evaluasi Perubahan Garis Pantai dan Tutupan Lahan Kawasan Pesisir Surabaya dan Sidoarjo. Surabaya : Teknik Geodesi FTSP-ITS.

Cotton, C. A. 1940. Classifikation and correlation of River Terrasces. Jour Geomorphology, Vol 3. New York: Grw Hill.

Forman, R., and Gordon, M. 1983. Lansdcape Ecology. New York : John Wiley & Son.

Gonzalez, R. C., and Woods, R. E. 2008. Digital Image Processing, third edition. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ.

Hardaningrum, F. 2005. Pemanfaatan Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis Untuk Analisis Limpasan Dan Genangan Air Hujan Di Kabupaten Sidoarjo . Program Studi Magister Teknik Sipil Bidang Keahlian Penginderaan Jauh ITS. Surabaya.

Idris, M. 2007. Analisis Limpasan dan Genangan Air Hujan dengan Digital Elevetion Model Menggunakan Software Arcgis 9.2. Program studi Teknik Geomatika ITS. Surabaya

Katili, J. A. 1950. Geologi. Jakarta : Departemen Urusan Riset Nasional.

Kavak, S. K., and Cetin, H. 2007. A Detailed Geologic Lineament Analysis Using Landsat Tm Data of Golmarmara/Manisa Region,Turkey. USA : Murray State University.

Kodoatie, R. J. 2001. Pengelolan Sumber Daya Air dalam Otonomi Daerah. Yogyakarta: Andi.

Lillesand, T.M., dan Kiefer, R.W. 1997. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Oktareni, L. A. 2010. Pemetaan Pola Hidrologi Pantai Surabaya Sidoarjo Pasca Pembangunan Jembatan Suramadu dan Peristiwa Lapindo menggunakan Citra SPOT-4. Surabaya : Teknik Geodesi FTSP-ITS.

Masita, D. 2008. Aplikasi Teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis Untuk Pemantauan Kualitas Lingkungan Kabupaten Sidoarjo Dampak Lumpur Lapindo. Surabaya : Teknik Geodesi FTSP-ITS.

Munir, M. 2003. Geologi Lingkungan. Malang : Bayumedia Publishing.

Papli´nski, P. A. 1998. Directional Filtering in Edge Detection. Australia. Dept. Digital Syst., Monash Univ., Clayton.

Prewitt, J.M.S. 1970. Object enhanchement and extraction. Picture processing and pcychopictories. (Eds.) B.S. lipkin and A. Resenfeld New York: academic Press.

Profil DAS Bengawan Solo. <URL http:www.buletin.penataruang.net >. Dikunjungi tanggal 3 Mei 2011, jam 19.00.

Puntodewo, Atie dkk. 2003. Sistem Informasi Geografis Untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam. Bogor : Center for International Forestry Research.

Purwadhi, S. H. 2001. Interpretasi Citra Digital. Jakarta: Grasindo.

Richards, J.A. 1986. Remote Sensing Digital Image Analysis. new York: Springer-Verlag, pp: 281.