

PEMANTAUAN LUAS RAWA PENING PERIODE 1992, 2001 dan 2006 BERBASIS DATA LANDSAT-TM DAN IKONOS

Nana Suwargana

*Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh – LAPAN
Jl. Lapan No. 70, Pekayon-Pasar Rebo, Jakarta 13710
E-mail :nana.suwargana@gmail.com*

ABSTRAK

Sebagai media penyokong daya tampung air, danau mempunyai peranan penting sebagai pengatur irigasi, pembangkit tenaga listrik, pertanian, pariwisata dan perikanan. Penurunan kualitas air seperti kekeruhan hingga menjadi dangkal bahkan penyempitan luas danau merupakan persoalan yang serius yang harus ditangani oleh berbagai pihak. Data satelit multitemporal dengan waktu perekaman yang berbeda, dapat dimanfaatkan untuk memantau kondisi danau, terutama perubahan luasan danau selama tenggang waktu tertentu. Tujuan penelitian ini adalah melakukan pemantauan luasan danau dengan menggunakan citra satelit Landsat-TM 1992, 2001 dan data resolusi tinggi yaitu satelit IKONOS 2006 di lokasi danau Rawa Pening, Provinsi Jawa Tengah. Metoda penelitian dilakukan dengan cara delineasi batas danau terhadap daratan dan mempertimbangkan batas vegetasi air berdasarkan citra komposit warna RGB secara langsung di layar monitor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan luas danau dapat dipantau, sehingga pemantauan sebaiknya dilakukan dengan mempertimbangkan vegetasi air. Selama periode 1992, 2001 dan 2006 luasan danau Rawa Pening dapat dipantau menurun dari berkisar 2923,21 Ha pada tahun 1992 menjadi 2698.48 Ha di tahun 2001 dan menjadi berkisar 2677,76 Ha di tahun 2006. Menurunnya permukaan air danau dikarenakan pengaruh sedimentasi yang setiap tahun semakin bertambah.

Kata kunci: LANDSAT-TM, IKONOS dan data multitemporal.

ABSTRACT

As media support capacity of the water, the lake has an important role as a regulator of irrigation, power plants, agriculture, tourism and fisheries. Decline in water quality such as turbidity to be shallow but broad lake narrowing is a serious issue that should be addressed by all parties. Multitemporal satellite data with different recording time, can be used to monitor the condition of the lake, especially changes in lake extents for the grace of time. The purpose of this study was extents lake monitoring using Landsat-TM satellite image, 1992, 2001 and high resolution data IKONOS satellite that is on site Rawa Pening lake 2006, Central Java Province. Method of research done by delineasi limit of lake-shore and water vegetation to consider limits based on an RGB color composite image directly on the screen monitor. The results showed that the lake area change can be monitored, so that monitoring is performed by considering the water vegetation. During the period 1992, 2001 and 2006 extents Rawa Pening lake ranges can be monitored decreased from 2923.21 Ha in 1992 to 2698.48 Ha in 2001 and became 2677.76 Ha ranges in 2006. Declining influence of surface water due to sedimentation of the lake each year is increasing.

Keywords: LANDSAT-TM, IKONOS and multitemporal data.

PENDAHULUAN

Dewasa ini banyak danau di Indonesia telah mengalami degradasi (*penurunan kualitas*) yang diakibatkan oleh pertambahan penduduk, konversi lahan hutan di

wilayah DAS danau, polusi dan erosi (Fahmudin dan Widiyanto, 2004). Dari Kementerian Negara Lingkungan Hidup (KNLH) menyatakan bahwa, ekosistem danau di wilayah Indonesia menyimpan kekayaan 25% plasma nutfah di dunia, menyuplai 72% air permukaan dan penyedia air untuk pertanian, sumber air baku masyarakat, pertanian, pembangkit listrik tenaga air, pariwisata dan lain-lain. Oleh karena itu dengan melihat kondisi yang ada, maka perlu dilakukan usaha pencegahan agar pemulihan kualitas danau dapat tetap lestari dan dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sekitarnya.

Pemantauan lingkungan danau di Indonesia perlu dilakukan pengamatan secara dini karena selama ini telah mengalami degradasi (penurunan kualitas) yang sebagian besar diakibatkan oleh terjadinya konversi lahan hutan menjadi lahan pertanian maupun menjadi penggunaan lahan lainnya seperti permukiman, industri dan pertambangan. Konversi/pembukaan lahan yang tidak menggunakan prinsip kelestarian lingkungan dapat mengakibatkan banyak hal negatif, tidak hanya dalam tahap pembukaannya tetapi juga pada tahap penggunaan dan pengelolaannya. Selanjutnya, keterlambatan penanaman pada lahan yang telah dibuka akan menimbulkan erosi tanah pada saat musim hujan, terutama pada daerah dengan kelerengan yang curam. Tingginya erosi pada wilayah DAS mengakibatkan keruhnya wilayah perairan, yang pada gilirannya mengakibatkan gangguan terhadap kehidupan perairan di wilayah sungai, waduk, danau, dan lain-lain. Wilayah tersebut merupakan sumber tenaga listrik, irigasi dan media untuk kehidupan habitat ikan yang hidup di alam bebas. Hal ini sangat penting, karena data lingkungan yang diperoleh dari studi kelayakan oleh beberapa konsultan pada tahun-tahun yang lama tentunya sudah berubah banyak akibat perubahan rona lingkungan. Salah satu dari data lingkungan adalah semakin meningkatnya perubahan luas danau sebagai akibat dari sedimen.

Pada umumnya sedimentasi terdiri dari lumpur, pasir halus, dan jasad-jasad renik yang sebagian besar disebabkan karena pengikisan tanah atau erosi yang terbawa ke badan air sungai. Pengamatan terhadap sebaran sedimentasi sering dilakukan untuk mengetahui kualitas luasan dari perairan danau. Nilai sedimentasi yang tinggi menunjukkan tingginya tingkat pencemaran. Berdasarkan PP Nomor 82 tahun 2001, air yang dapat digunakan untuk air baku air minum adalah air dengan mutu kelas 1 (satu) atau memiliki <50 mg/l kandungan sedimentasi. Sedangkan air yang dapat digunakan

untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut adalah air dengan mutu kelas IV (empat) atau memiliki <400 mg/l kandungan sedimentasi.

Salah satu danau yang saat ini kondisinya sangat memprihatinkan dan menjadi salah satu prioritas pemerintah diantaranya adalah Danau rawa Pening. Masalah yang dihadapi oleh Danau Rawa pening adalah (1) pendangkalan dan penyusutan luas, (2) penurunan kualitas air danau, (3) perkembangan eceng gondok yang cepat, (4) penurunan volume air, (5) penurunan produktivitas perikanan, dan (6) bertambahnya kerawanan banjir. Luas dan kedalaman danau ini sudah mengalami perubahan yang sangat signifikan.

Teknik penginderaan jauh telah banyak digunakan untuk mengetahui kualitas perairan (tingkat kekeruhan/sedimentasi). Beberapa penelitian memperlihatkan bahwa tingkat sedimentasi perairan dapat dideteksi dengan menggunakan dua atau lebih data citra satelit yang berbeda waktu rekaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perubahan luasan danau sebagai akibat sedimentasi dengan menggunakan data secara multitemporal dan multisensor, yaitu data Landsat tahun 1992 dan tahun 2001 serta data Ikonos tahun 2006.

METODOLOGI

Lokasi dan Data

Lokasi penelitian adalah danau Rawa Pening pada posisi : $07^{\circ} 15' 45''$ LS – $07^{\circ} 19' 23''$ LS dan $110^{\circ} 24' 31''$ BT - $110^{\circ} 28' 06''$ BT. Gambar 1 adalah lokasi danau Rawa Pening pada citra satelit dan diperlihatkan dengan tumbuhan eceng gondoknya sebagai tanaman gulma. Rawa pening terletak di wilayah Kabupaten Semarang dengan ketinggian 463 m dpl dan berada di antara wilayah Kecamatan Banyubiru, Ambarawa, Bawen dan Tuntang. Perairan Rawa Pening menjadi tempat bermuaranya beberapa sungai, yaitu Sungai Ngaglik, Sungai Panjang, Sungai Legi, Sungai Muncul, Sungai Parat dan Sungai Sraten, sedangkan sebagai aliran keluar (inlet) mengalir melalui Sungai Tuntang. Selain untuk kegiatan irigasi, wisata dan pembangkit tenaga listrik, Rawa Pening juga dimanfaatkan untuk perikanan Berbagai jenis usaha perikanan di Rawa Pening telah dilakukan oleh masyarakat desa dan sekitarnya secara turun

temurun. Danau ini mengalami pendangkalan yang pesat. Pernah menjadi tempat mencari ikan, kini hampir seluruh permukaan rawa ini tertutup vegetasi air (eceng gondok). Gulma ini juga sudah menutupi Sungai Tuntang, terutama di bagian hulu.

Disaat musim penghujan menurut Dinas Pertanian, Perkebunan dan Kehutanan (Distanbunhut) Kabupaten Semarang, 2006 luapan air Rawa Pening berkisar 202 hektar areal pertanian disekitarnya tergenang air. Menurutny menjelaskan areal pertanian yang tergenang itu terletak di desa Tambakboyo dan Bejalen Kecamatan Ambarawa seluas 55 hektar, desa Rowosari Tuntang 30 hektar dan di Kecamatan Banyubiru seluas 117 hektar yang tersebar di tiga desa. Luapan air Rawa Pening itu terjadi diperkirakan karena sedimentasi di dasar rawa dan populasi enceng gondok yang sangat banyak dan tidak terkendali. Upaya pengerukan lumpur dari dasar rawa dan pembersihan enceng gondok diakui membutuhkan dana besar dan menjadi kewenangan Pemerintah Provinsi Jawa Tengah.



Gambar 1. Danau Rawa Pening dan Eceng gondok di Provinsi Jawa Tengah.

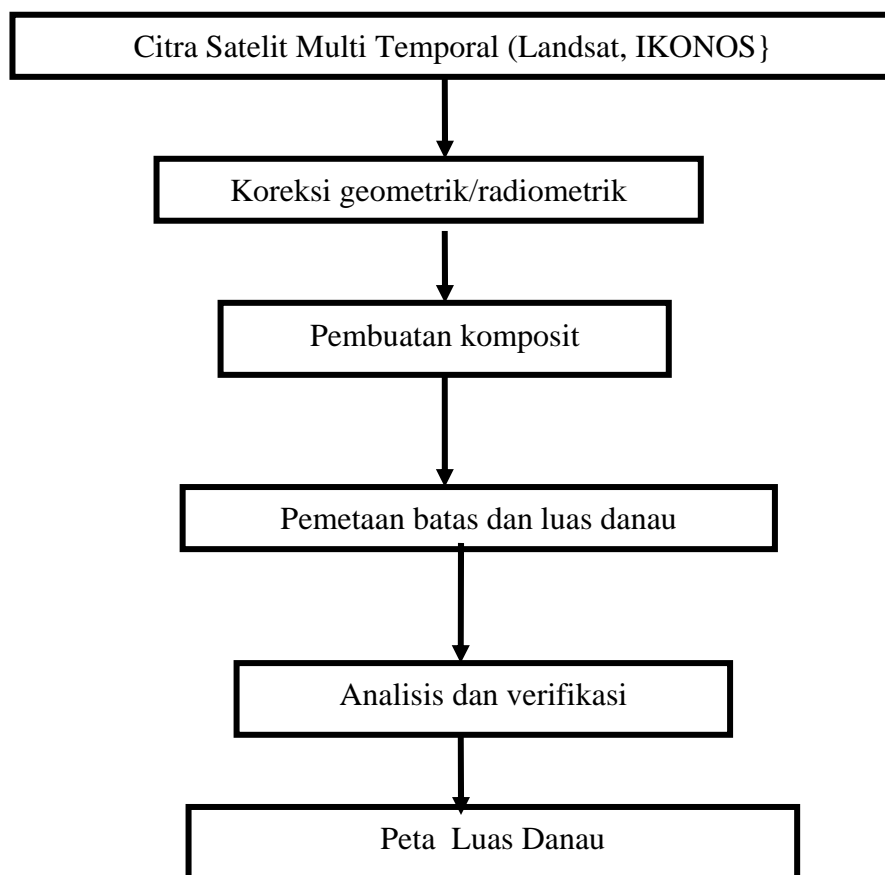
Data yang digunakan terdiri dari:

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra satelit beresolusi spasial menengah dan tinggi yaitu data Landsat-TM dan data Ikonos :

1. Data Landsat TM yang akuisisi tanggal 25 Desember 1992 dan 28 April 2001,
2. Data resolusi tinggi yaitu IKONOS akuisisi tanggal 13 Juni 2006.

Metode Penelitian

Proses kegiatan dibagi menjadi 2 tahapan utama, yaitu: Tahap penyiapan data terdiri koreksi geometrik dan radiometrik, pembuatan komposit RGB, pemetaan batas dan luas danau, analisis dan verifikasi pemantauan luasan danau. Diagram alir dari keseluruhan kegiatan diperlihatkan pada Gambar 2. Sebelum dilakukan pengolahan data Landsat dikoreksi radiometrik dan geometric dahulu, sedangkan untuk data Ikonos dilakukan secara rektifikasi dengan data Landsat untuk menyamakan (mesh) posisi koordinat.



Gambar 2. Diagram alir dari kegiatan pemantaun Luas Danau

Metoda penelitian adalah membangun citra komposit warna dan delineasi citra satelit. Pengolahan data citra satelit berdasarkan analisis spektral dengan cara membuat komposit warna RGB (542) tujuannya adalah untuk mempermudah pengenalan gambaran dari pada obyek citra satelit yang akan dianalisis. Berdasarkan karakteristik

dari masing-masing citra satelit, kanal yang cukup jelas untuk mendeteksi obyek batas garis pantai antara air dan darat adalah kanal 2, 4, dan 5 sehingga komposit kanalnya (RGB) dapat dilakukan dengan mensuperposisikan kanal 542. Dimana kanal 5 diberi filter merah, kanal 4 diberi filter hijau dan kanal 2 diberi filter biru sehingga hasilnya setelah digabung menjadi komposit warna asli (*True Color Composite*) RGB 542. Guna untuk mempermudah dalam digitasi permukaan air danau kemudian dilakukan penajaman citra, tujuannya adalah untuk memperjelas kenampakan pada obyek penutupan terutama pada daerah wilayah batas antara air, vegetasi air dan darat.

Delineasi dilakukan dengan cara pendigitasian dilayar monitor secara langsung terhadap obyek sepanjang batas air dan daratan. Kemudian hasil delineasi pada setiap citra dari tahun 1992, 2001, dan 2006 dihitung luasannya. Untuk mengetahui perubahan luasan setiap citra maka garis batas hasil digitasi citra Landsat tahun 1992 dan hasil digitasi citra Landsat tahun 2001 serta citra Ikonos tahun 2006 dibandingkan dan dianalisis sehingga dapat diketahui perubahan-perubahan luasan danau yang terjadi dari ketiga citra tersebut.

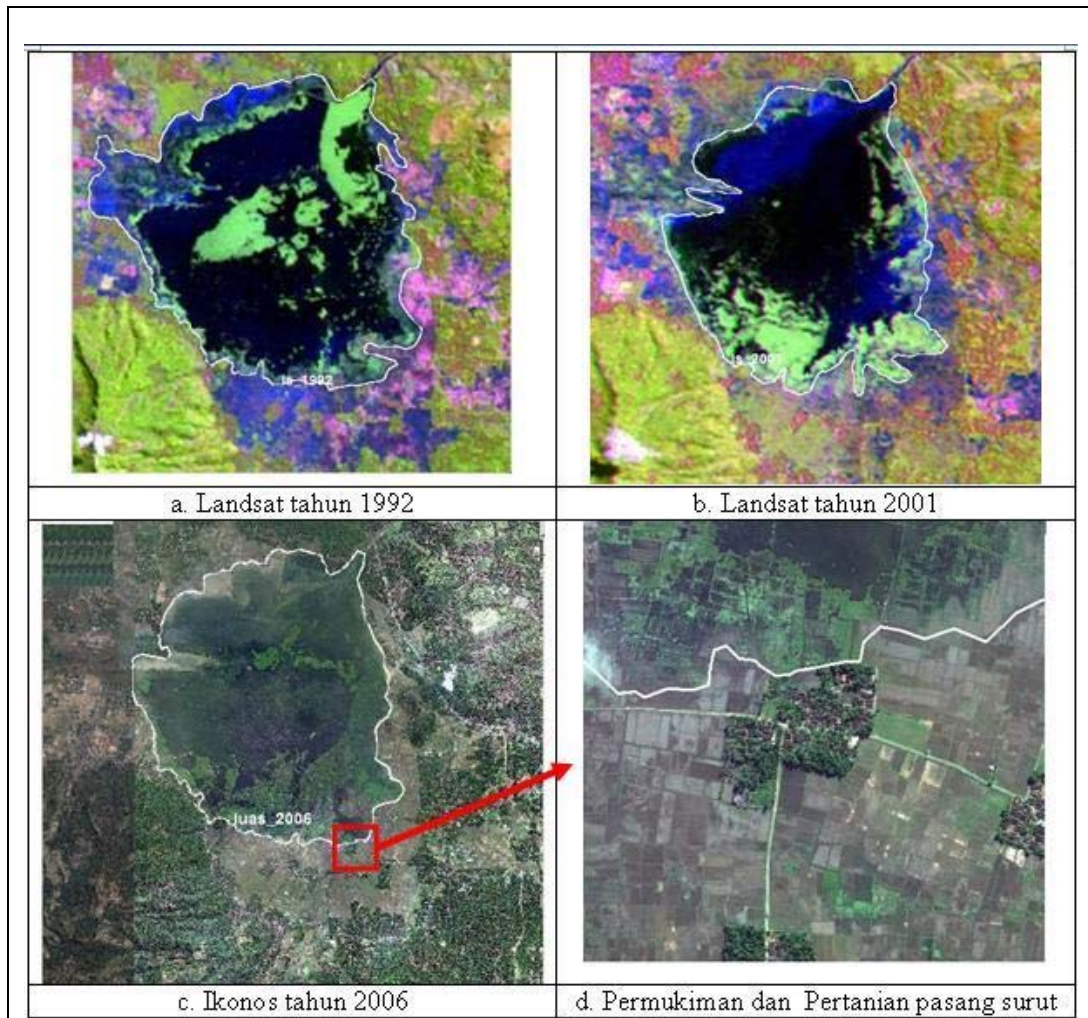
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan mempertimbangkan permukaan air dan vegetasi air dengan darat maka hasil deliniasi batas permukaan danau Rawa Pening selama periode tahun 1992, 2001, dan 2006 diperlihatkan pada Gambar 3a, 3b, 3c dan Tabel 1. Kondisi danau setiap citra apabila dilihat dari keberadaan vegetasi air nampak selalu terjadi pergeseran posisi. Ini menunjukkan bahwa vegetasi tersebut adalah eceng gondok yang selalu tumbuh bergerak ke lain tempat.

Luas permukaan air danau nampaknya mengalami perubahan luas. Luas permukaan air danau dari tahun 1992 sampai tahun 2001 mengalami penurunan dari berkisar 2923.21 Ha menjadi berkisar 2698.48 Ha, kemudian hingga tahun 2006 luasannya tambah menurun lagi menjadi berkisar 2677.76 Ha.

Berdasarkan hasil pemantauan dari tahun 1992, 2001 dan 2006 dapat diketahui bahwa kondisi permukaan air danau Rawa Pening mengalami tren yang semakin menurun. Citra tahun 1992 nampak menunjukkan bahwa luas permukaan air lebih luas dari pada citra tahun 2001 dan 2006 yang ditandai dengan batas garis putih. Pada

ketiga citra nampak banyak dijumpai eceng gondok, namun tampak pada citra tahun 1992 disekitar batas luasan terdapat genangan air dangkal (wana biru) hingga meluap sampai keluar batas delineasi, ini menunjukkan bahwa di saat itu di Rawa Pening sedang musim penghujan (Gambar 3a). Keberadaan eceng gondok di tahun 1992 ini keberadaannya nampak di tengah danau dan sebagian menuju ke inlet yaitu ke sungai Tuntang.



Gambar 3. Perubahan permukaan air danau selama periode 1992, 2001 dan 2006

Tabel 1. Luas danau rawa Pening dari citra satelit

Citra Satelit	Luas Permukaan air (Ha)
Landsat 1992	2923.21
Landsat 2001	2698.48
Ikonos 2006	2677.76

Pada citra landsat tahun 2001 nampak luas danau agak mengecil dan genangan dangkal berkurang, malah disebelah selatan nampak didominasi oleh eceng gondok. Kemudian pada citra tahun 2006 nampak juga luas permukaan air danau sedikit berkurang. Disebelah selatan nampak eceng gondok didominasi lebih banyak lagi dan nampaknya eceng gondok hampir separuh luas danau ditutupi eceng gondok. Ini menunjukkan bahwa saat itu di Rawa Pening waktunya musim penghujan sudah berakhir yang ditandai dengan posisi eceng gondok keberadaannya ada disekitar sungai-sungai yang bermuara ke danau.

Dengan mengamati kondisi danau ini, sedimentasi di Rawa Pening nampaknya sangat tinggi dan nampak dibarengi dengan banyaknya pertumbuhan eceng gondok sehingga membuat danau cepat mengalami pendangkalan. Pendangkalan terjadi dikarenakan terdapat sembilan sungai yang bermuara di Rawa Pening sehingga menyebabkan sedimentasi danau ini bertambah parah. Pada citra nampak sungai-sungai yang masuk ada di wilayah sebelah barat dan selatan yang ditandai dengan adanya wilayah daratan rendah dan didalamnya terbentang pertanian yang dipengaruhi oleh pasang surutnya air danau.

Dilihat dari bentuk geografinya sedimentasi di Rawa Pening terjadi dapat disebabkan oleh materi-materi yang terbawa sungai-sungai yang bermuara di danau tersebut, diantaranya oleh erosi dari hulu dan kegiatan penduduk di sekitar danau sebab penduduknya sudah dianggap padat. Sedimentasi sendiri juga terjadi akibat akumulasi perlakuan masyarakat pada daerah tangkapan dan erosi pada tebing serta gejala agregasi muara sungai yang terjadi dan serta adanya pembuangan limbah diluar kendali oleh masyarakat di sekitar danau Rawa Pening. Jika terjadi banyak ikan-ikan mati itu berasal dari perairan itu sendiri seperti pembusukan gulma dalam hal ini eceng gondok dan alga yang mati sesudah terjadinya blooming alga sehingga ikan-ikan termasuk perikanan di keramba akan stress dan mabuk dan akhirnya mati.

Peningkatan unsur hara di bagian hulu DAS Rawa Pening tentu akan memberikan dampak terhadap peledakan populasi gulma (eceng gondok) di perairan. Karena sungai-sungai yang bermuara ke danau Rawa Pening akan membawanya unsur hara tersebut yang membuat tanaman menjadi subur, sehingga dengan adanya kejadian tersebut, maka laju pertumbuhan populasi eceng gondok meningkat pesat sampai

menutupi permukaan Rawa. Untuk mengatasi masalah sedimentasi dan perkembangan eceng gondok tersebut, diperkirakan harus dibangun suatu wadah atau dam di masing-masing sungai tersebut sehingga air yang bermuara di Rawa Pening tidak tercampur lumpur dan unsur hara akan tertahan di daerah dam.

Permasalahan lain terjadinya sedimen adalah di daerah hulu disebabkan oleh tingginya erosi karena pesatnya pembangunan yang tidak mempertimbangkan dampaknya terhadap kerusakan lahan dan besarnya aliran permukaan, penebangan hutan secara liar di beberapa lokasi yang kelerengannya cukup tinggi, sehingga menyebabkan tanah gundul, fungsi lindung di hulu menjadi hunian dan sawah intensif, intensifikasi usahatani yang kurang memperhatikan kaidah konservasi (seperti tegalan/kebun berada pada kelerengan $>15\%$) dan pola tanam di beberapa daerah yang belum mengacu pada pelestarian lingkungan. Oleh karena itu kemungkinan besar bukit memiliki kelerengan tanah cukup tinggi pada topografi dengan kelerengan

Pada citra tahun 2006 Gambar 3d merupakan perbesaran citra Ikonos akan nampak jelas kegiatan potensial seperti pemanfaatan tanah disekitar danau Rawa Pening yaitu dijumpainya lahan pertanian pasang surut dan permukiman. Pada lokasi tersebut nampak telah dibuat jalan akses ke permukiman. Tutupan lahan ini akan mempengaruhi pola operasional danau itu sendiri dan penyebab tampungan air tidak optimal. Sehingga pengukuran luasan danau dari tahun ke-tahun akan selalu tidak menentu, namun tingkat luasan permukaan air danau Rawa Pening akan selalu mengalami menyusutan karena pengaruh sedimentasi yang sangat tinggi. Oleh karena itu, dapat dipastikan bahwa lahan pertanian pasang surut tersebut sewaktu-waktu pada saat tertentu tergenang air dan dulunya merupakan bagian dari permukaan air danau yang sekarang berubah menjadi daratan akibat sedimentasi. Namun sekarang oleh penduduk setempat dimanfaatkan sebagai lahan pertanian bahkan dijadikan tempat permukiman.

KESIMPULAN

Metode pemantauan danau Rawa Pening menggunakan citra satelit multi temporal dan multi sensor (Data Landsat dan IKONOS), dapat disimpulkan bahwa:

1. Dengan menggunakan citra komposit RGB (542) pemantauan terhadap luas perubahan permukaan air danau dan pertumbuhan eceng gondok dapat terpantau oleh citra multi temporal.
2. Luasan permukaan air danau Rawa Pening terpantau menurun. Menurunnya permukaan air danau selama periode tahun 1992 hingga tahun 2001 terpantau menurun dari berkisar 2923,21 Ha menjadi berkisar 2698,48 Ha dan dari tahun 2001 hingga tahun 2006 menurun kembali menjadi berkisar 2677,76 Ha.
3. Pengukuran luas danau dari tahun ke-tahun akan selalu tidak menentu, namun tingkat luas permukaan air danau Rawa Pening akan selalu mengalami menyusutan karena pengaruh sedimentasi yang sangat tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C., 2007, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Yogyakarta, Gajah Mada University Press
- Brezonik P.L., Kloiber S. M., Olmanson L. G., and Bauer M. E., 2002, *Satellite and GIS Tools to Assess Lake Quality*, Water Resources Center, Technical Report 145, May 2002
- Dinas Pertanian, Perkebunan dan Kehutanan (Distanbunhut) Kabupaten Semarang, 2006
- Fahmuddin Agus, 2007, *Bunga Rampai Konservasi Tanah dan Air*, Pengurus Pusat Masyarakat Konservasi Tanah dan Air Indonesia 2004-2007, Jakarta
- Hardaningrum F., Taufik M., dan Muljo B., 2005, *Analisis Genangan Air Hujan Di Kawasan Delta Dengan Menggunakan Penginderaan Jauh Dan SIG*, PIT MAPIN XIV, Surabaya.
- <http://glcp://.umiacs.umd.edu/data/>
- <http://www.youtube.com-you-Tube> – Rawa-Pening.
- Irma Kusmawati, 2006, *Pendugaan Erosi Dan Sedimentasi Dengan Menggunakan Model Geowepp (Studi Kasus Das Limboto, Propinsi Gorontalo)*, Thesis, Institut Teknologi Bandung Program Studi Teknik Sumber Daya Air.
- Mohammad Firman, 2006, *Studi Konservasi Danau Limboto Kabupaten Gorontalo*, Master Thesis, Civil Engineering, ITB

- Mostafa M.M. and Soussa H. K., 2006, *Monitoring Of Lake Nasser Using Remote Sensing And Gis Techniques*, ISPRS Commission VII Mid-term Symposium "Remote Sensing: From Pixels to Processes", Enschede, the Netherlands, 8-11 May 2006
- Pratisto A. dan Danoedoro P., 2008, *Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Respond Debit Dan Bahaya Banjir (Studi Kasus Di DAS Gesing, Purworejo Berdasarkan Citra Landsat TM Dan ASTER VNIR)*, PIT MAPIN XVII, Bandung
- Suroso dan Susanto H.A., 2006, *Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir Daerah Aliran Sungai Banjaran*, Jurnal Teknik Sipil, Vol.3, No.2.
- Trisakti B., Parwati, dan Budhiman S., 2004, *The Study Of MODIS Aqua Data For Mapping TSM In Coastal Water Usingthe Approach Of Landsat 7 ETM Data*, International Journal of Remote Sensing and Earth Science, International Society of Remote Sensing and Sciences IReSES. Vol 2.