

EKSTRAKSI PARAMETER KUALITAS AIR DANAU TEMPE MENGUNAKAN CITRA LANDSAT TM

Dini Daruati dan Fajar Setiawan

Puslit Limnologi LIPI, Jl Raya Jakarta-Bogor km 46, Cibinong

dini@limnologi.lipi.go.id, fajar@limnologi.lipi.go.id

ABSTRAK

Danau Tempe merupakan danau paparan banjir yang mempunyai fluktuasi air besar, yaitu mencapai ± 6 meter. Danau paparan banjir tersebut meskipun mempunyai fluktuasi muka air yang besar, kedalamannya relatif dangkal dibandingkan jenis danau lainnya. Pengamatan yang bersifat terus menerus dalam periode tertentu (*time series*) diperlukan dalam rangka pemahaman karakter danau yang mempunyai sifat yang dinamis. Pengembangan metode/teknik menggunakan data penginderaan jauh diperlukan untuk menduga nilai parameter kualitas air danau yang lebih murah, cepat dan akurat untuk mengatasi kendala berupa lokasi danau yang jauh, keterbatasan sumberdaya manusia, serta dukungan pembiayaan. Pada penelitian ini digunakan data Landsat TM tahun 1989, 2003, 2011, 2012, dan 2013. Parameter kualitas air yang dikaji adalah suhu, TSM, TSS, dan chl-a. Hasil ekstraksi suhu berkisar antara 30-34° C, TSM 0-100 mg/l, TSS 14-1300 mg/l, dan chl-a 0-0,7 mg/m³.

Kata kunci : kualitas air, penginderaan jauh, Citra Landsat TM, Danau Tempe

PENDAHULUAN

Danau Tempe secara administrasi pemerintahan terletak di tiga wilayah Kabupaten, yaitu Sidrap, Soppeng, dan Wajo, Propinsi Sulawesi Selatan. Danau tersebut terletak pada koordinat 40°00'00"– 40°15'00" LS dan 119°52'30" – 120°07'30" BT. Danau Tempe dipengaruhi oleh DAS Bila-Walanae dan memiliki luas 47.800 Ha pada ketinggian 10 m dpl dengan luas tangkapan air (*catchment area*) seluas 4.587 km².

Danau paparan banjir dicirikan dengan fluktuasi muka air yang besar, di danau tempe fluktuasi muka air mencapai ± 6 meter. Meski mempunyai fluktuasi muka air yang besar, pada umumnya danau paparan banjir mempunyai kedalaman yang relatif dangkal dibandingkan dengan jenis danau lainnya. Pengamatan yang bersifat terus menerus dalam periode tertentu (*time series*) diperlukan dalam rangka pemahaman karakter danau yang mempunyai sifat yang dinamis. Akan tetapi kegiatan pemantauan tersebut menghadapi kendala berupa lokasi danau yang jauh, keterbatasan sumberdaya manusia, serta dukungan pembiayaan, sehingga diperlukan pengembangan metode/teknik untuk menduga nilai parameter kualitas air danau yang lebih murah, cepat dan akurat.

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 (Lillesand, Kieffer, 1997). Tanpa adanya kontak langsung dalam memperoleh informasi suatu obyek merupakan nilai lebih metode penginderaan jauh, sehingga kendala berupa lokasi penelitian yang jauh, keterbatasan sumberdaya manusia, serta dukungan pembiayaan bisa teratasi.

Liu et al. (2007) telah memetakan dan memantau kualitas air secara operasional untuk wilayah Kanada. Pada umumnya metode pemantauan kualitas air di Indonesia masih menggunakan pengukuran langsung di lapangan, dan sangat kurang dalam pemanfaatan teknologi penginderaan jauh satelit.

Model pemanfaatan data satelit penginderaan jauh untuk kegiatan pemantauan perubahan kualitas danau, ekstraksi parameter kualitas air dan kegiatan kesesuaian budidaya perikanan telah dipublikasikan dalam banyak paper seperti: (Brezonik et al. (2002); Li et al. (2007); Mostafa dan Soussa (2006); Trisakti et al. (2005); Trisakti et al. (2004)). Brezonik et al. (2002) telah membuat model pemetaan klorofil dan kecerahan perairan danau menggunakan data Landsat, dan telah menerapkan model tersebut secara operasional untuk memantau kondisi beberapa danau di Amerika.

Fitoplankton mengandung pigmen klorofil yang berfungsi untuk menyerap cahaya matahari sebagai sumber energi untuk fotosintesis. Terdapat tiga macam klorofil pada fitoplankton yaitu klorofil a, b dan c. Klorofil-a merupakan pigmen yang sangat penting dalam proses fotosintesis fitoplankton di laut (Strickland, 1964). Ditinjau dari fisiologis tumbuhan, spektrum cahaya yang diserap oleh fitoplankton berada pada kisaran gelombang 400 – 720 nm atau dikenal sebagai PAR (Photosynthetically Active Radiation).

Parameter kualitas air lainnya yang dapat diekstrak dari penginderaan jauh adalah sedimentasi. Pettijohn (1975) mendefinisikan sedimentasi sebagai suatu proses pembentukan batuan sedimen yang diakibatkan oleh akumulasi dari material pembentuknya atau asalnya pada suatu tempat yang disebut dengan lingkungan pengendapan yaitu : delta, danau, pantai, estuaria, laut dangkal sampai laut dalam. Sedimen pantai bisa berasal dari erosi garis pantai atau dari daratan yang dibawa oleh

sungai ke laut dan disebarkan oleh arus ke daerah pantai. Partikel sedimen terapung bergerak melayang di dalam air bila ada aliran arus yang membawanya, tetapi bila arusnya kurang kuat atau laminar maka konsentrasi sedimennya akan berkurang dari waktu ke waktu dan akan mengendap, sama seperti air yang menggenang.

Menurut Achiruddin, dkk (2005), dengan menggunakan satelit Landsat multi temporal tahun 1994, 2000 dan 2002, di Pantai Timur Surabaya telah terjadi sedimentasi berupa penambahan daratan dengan tutupan lahan berupa tambak. Sedangkan Carolita, dkk (2005) dalam penelitiannya di Segara Anakan Kabupaten Cilacap Jawa Tengah menggunakan citra landsat tahun 1978, 1998 dan 2003 menunjukkan bahwa dalam kurun waktu tersebut di kawasan Segara Anakan telah terjadi sedimentasi yang begitu besar ditunjukkan dengan semakin menyempitnya laguna. Hasil penelitian tersebut juga menunjukkan adanya hubungan yang erat antara perubahan penutup/penggunaan lahan di bagian atas dengan sedimentasi di sepanjang laguna.

Menurut Drake (1978), sumber utama material sedimen yang terdapat pada sebagian besar proses sedimentasi dasar laut adalah berasal dari daratan, dimana erosi dan pelapukan sangat nyata terhadap pengikisan daratan yang menuju ke laut. Berdasarkan mekanisme pengangkutannya, sedimen dibedakan menjadi sedimen terapung (*suspended sediment*) dan sedimen dasar (*bed load sediment*).

Data penginderaan jauh bersifat *multi temporal* yaitu perekaman dilakukan dalam rentang waktu tertentu pada lokasi yang sama, rentang waktu ini tergantung dari periode orbit satelit pembawa sensor. Kedalaman danau Tempe yang relatif dangkal sehingga kondisi permukaan danau diasumsikan mewakili keseluruhan badan air. Perekaman obyek/gejala pada permukaan danau menggunakan sensor reflektan dari waktu ke waktu (masa lalu s.d sekarang) dapat di gunakan untuk memonitor perubahan kondisi danau dan trend yang terjadi.

BAHAN DAN METODE

Data suhu, Chloofil-a, TSS, dan TSM didapatkan dari pengolahan Citra Landsat TM menggunakan algoritma yang sudah dilakukan penelitian sebelumnya.

Alat dan Bahan:

- Citra Landsat TM:

- Perekaman tanggal 1 April 1989
 - Perekaman tanggal 15 Februari 2003
 - Perekaman tanggal 21 September 2011
 - Perekaman tanggal 28 Januari 2012
 - Perekaman tanggal 18 September 2013
- Seperangkat komputer
- Software BEAM VISAT, ArcGIS

Langkah Kerja

- Koreksi atmosferik citra
- Estimasi kualitas air menggunakan algoritma pada Citra Landsat menggunakan software BEAM VISAT.
- Membuat analisis spasial, layout peta dan grafik distribusi frekuensi menggunakan ArcGis.

Algoritma yang digunakan:

1. Suhu

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_A} + 1\right)}$$

2. Chlorofil-a

$$Chl = 0.2818 \left(\frac{L_4 + L_5}{L_3} \right)^{3.497}$$

3. TSS

$$TSS = 14,2476621 + 1,13685022(b1) + 3,0131453(b2) + 0,933682272(b3)$$

4. TSM

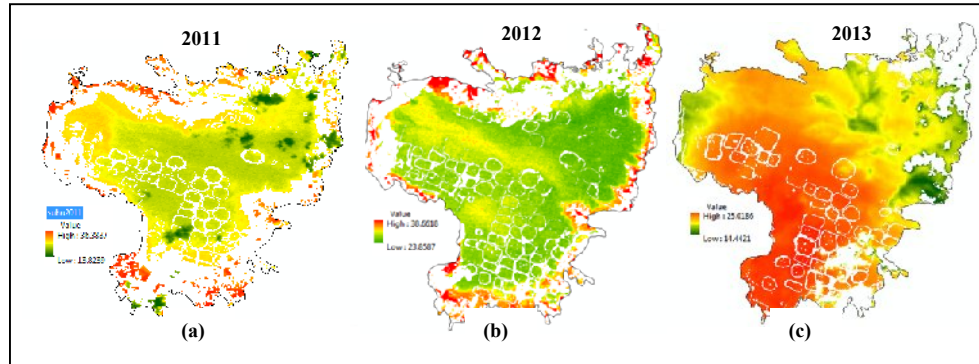
$$TSM_{\text{concentration}} = 0,6432*(b1+b3)/2-5,9063$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

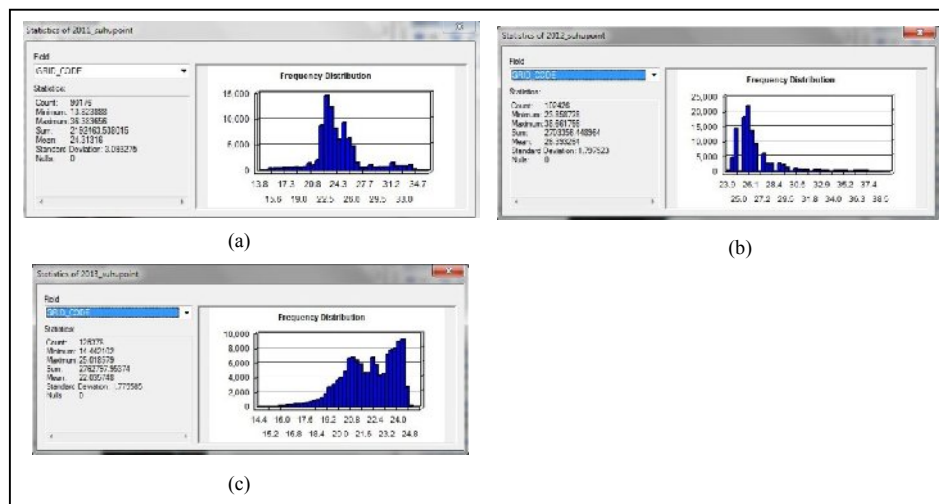
Nilai suhu, chlorofil-a, TSS, dan TSM merupakan hasil perhitungan dari algoritma Citra Landsat TM yang telah dilakukan oleh penelitian sebelumnya dan terbukti akurat. Pada penelitian ini belum ada validasi spesifik nilai suhu, chlorofil-a, TSS, dan TSM dari survey lapangan Danau Tempe karena keterbatasan waktu dan biaya.

1. Suhu

Suhu air di danau Tempe berkisar antara 14-38° C, dengan sebaran spasial terlihat pada Gambar 1, sedangkan grafik distribusi frekuensi suhu airnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Peta Sebaran Suhu Air Danau Tempe

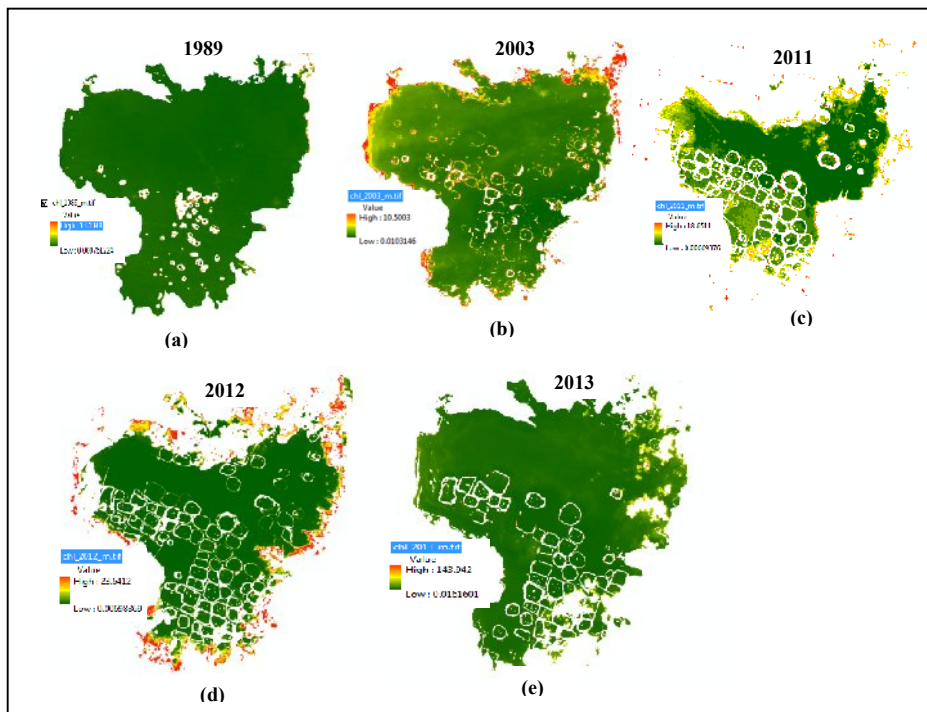


Gambar 2. Grafik Distribusi Frekuensi Suhu Air Danau Tempe

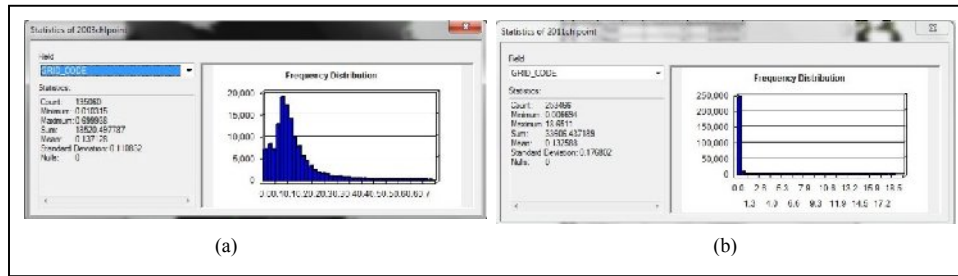
Dari Gambar 2a dan 2b tersebut dapat dilihat bahwa suhu air Danau Tempe pada tahun 2011 dan 2012 paling banyak pada rentang suhu 23-27⁰C, sedangkan pada tahun 2013 pada rentang 20-24⁰C. Walaupun pada tahun 2011 dan 2013 perekamannya sama-sama bulan September, namun grafik dan distribusi spasialnya (Gb 1a, 2a dan Gb 1c,2c) berbeda. Hal tersebut disebabkan karena suhu bersifat sangat dinamis.

2. Chlorofil-a

Konsentrasi dan sebaran klorofil-a di danau dapat dilihat dari nilai reflektan dari sensor satelit Landsat. Nilai reflektan yang dilihat adalah nilai reflektan klorofil-a terhadap sensor satelit, disini yang digunakan adalah nilai reflektan dari band 5, band 4, dan band 2. Hasil ekstraksi nilai klorofil-a dari Citra Landsat kali ini tidak memuaskan karena sebagian besar grafik distribusinya mengelompok pada nilai 0, seperti pada Gambar 4.b, sedangkan pada Gambar 4.a nilai klorofilnya berkisar antara 0-0.7 mg/m³. Hal tersebut mungkin disebabkan pemilihan algoritma yang kurang tepat pada daerah kajian. Algoritma tersebut sering digunakan untuk ekstraksi nilai chl-a di laut dengan hasil memuaskan, sedangkan apabila diaplikasikan di danau tempe yang dangkal ternyata tidak tepat. Dari Gambar 3 juga dapat dilihat bahwa sebaran spasialnya tidak terlihat nyata.



Gambar 3. Peta Sebaran Chlorofil-a Danau Tempe

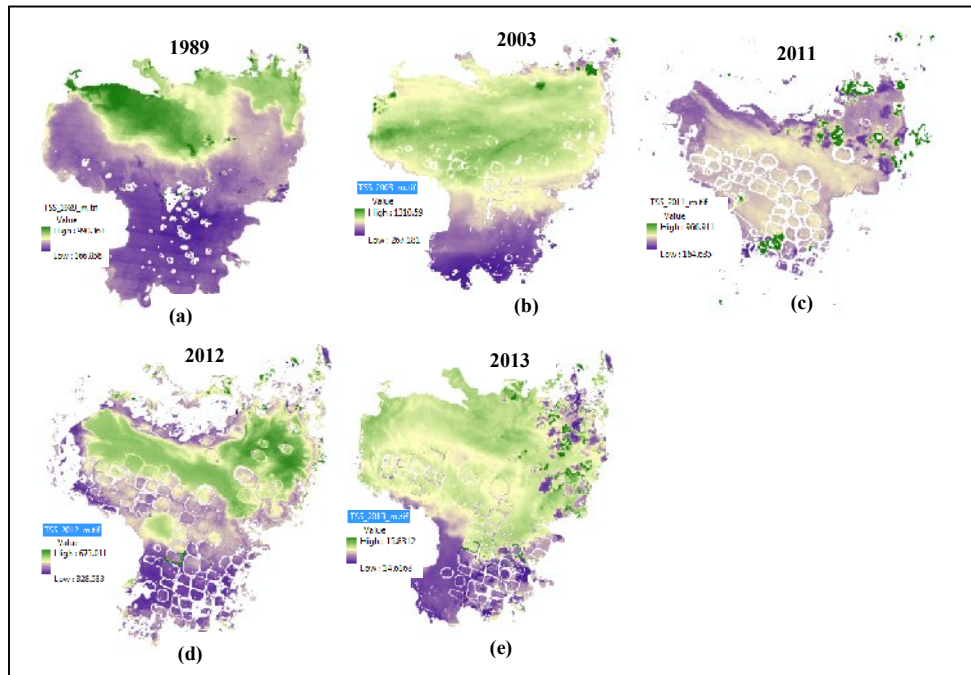


Gambar 4. Grafik Distribusi Chl-a Danau Tempe

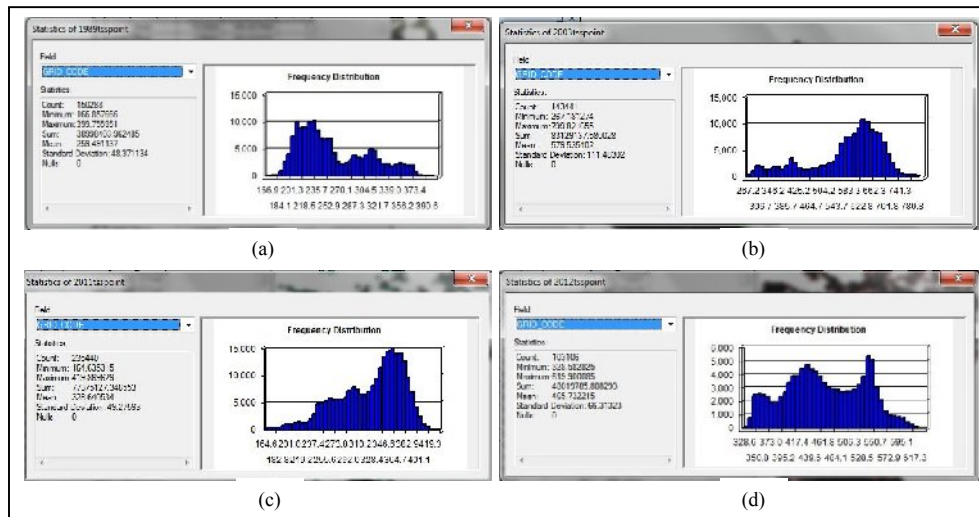
3. TSS

Aplikasi penginderaan jauh dalam sedimentasi salah satunya adalah pemantauan sebaran TSS (Total Suspended Solid). Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukurannya $> 1 \mu\text{m}$, misalnya : lumpur, pasir halus, bahan-bahan organik tertentu, jasad-jasad renik dan lainnya.

Peta sebaran TSS Danau Tempe dapat dilihat pada Gambar 5, sedangkan grafik distribusinya dapat dilihat pada Gambar 6. Pada Gambar 5, kisaran nilai TSS adalah 14-1300 mg/l. Nilai TSS apabila diperbandingkan dengan baku mutu air kelas 1 yang mempersyaratkan konsentrasi total padatan tersuspensi maksimum 50 mg/l, maka perairan Danau Tempe sudah melampaui baku mutu yang diperbolehkan. Dengan demikian, perairan danau secara umum tidak layak lagi untuk dimanfaatkan sebagai sumber baku air minum, namun masih layak dimanfaatkan untuk kegiatan perikanan.



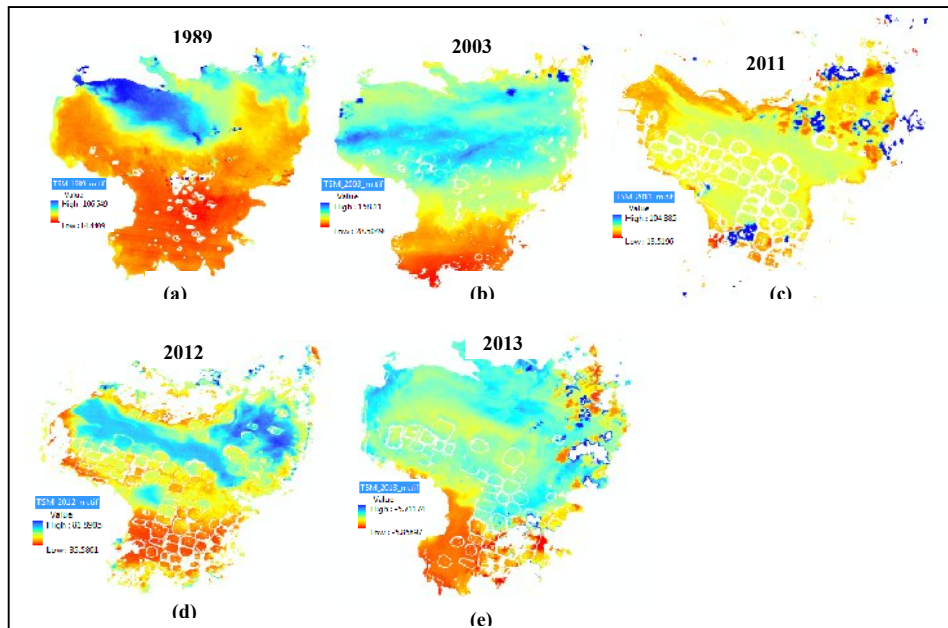
Gambar 5. Peta Sebaran TSS Danau Tempe



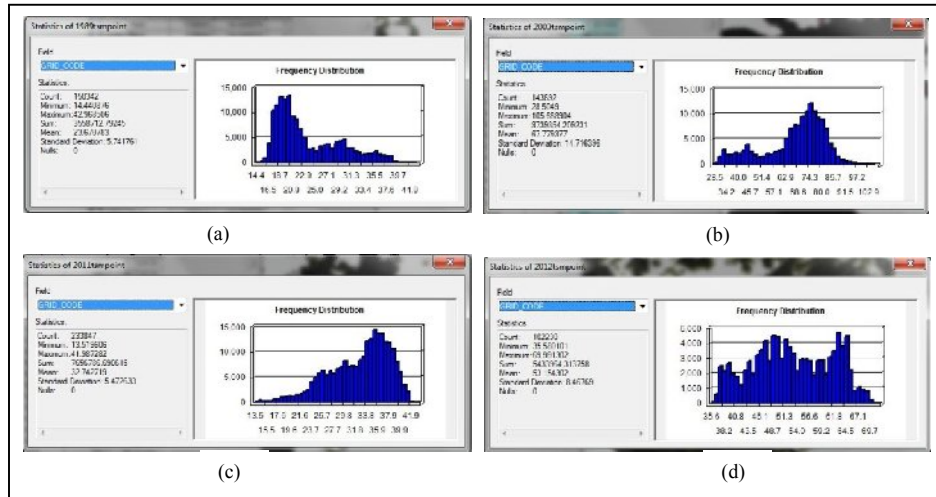
Gambar 6. Grafik Distribusi TSS Danau Tempe

4. TSM

Muatan padat tersuspensi (*Total Suspended Matter*) adalah material tersuspensi yang mengandung lumpur, butir-butir pasir, dan bahan organik kecil, biasanya disebabkan oleh erosi yang dibawa ke dalam air, dimana bila konsentrasi TSM tinggi berarti terjadi polusi yang tinggi di dalam air sehingga mengganggu proses fotosintesis.



Gambar 7. Peta Sebaran TSM Danau Tempe



Gambar 8. Grafik Distribusi TSM Danau Tempe

Hasil ekstraksi TSM di Danau Tempe dari Citra Landsat adalah 0-100 mg/l. Peta sebaran spasialnya dapat dilihat di Gambar 7, sedangkan grafiknya di Gambar 8. Sebaran spasial TSS dan TSM hampir sama, yaitu di sebelah Utara lebih tinggi daripada selatan. Salah satu inletnya ada di sebelah utara, yaitu Sungai Bila. DTA bagian utara didominasi oleh topografi bergunung hingga bagian tengah, lalu ke arah D. Tempe mempunyai topografi yang datar. Penggunaan lahan yang luas untuk padang rumput, pertanian dan tegal, merupakan lahan yang menyimpan potensi yang tinggi terhadap erosi karena berada di lereng yang cukup curam. Nilai total padatan terlarut yang didapatkan pada penelitian ini lebih tinggi dari nilai total padatan tersuspensi. Hal ini menggambarkan bahwa padatan yang masuk ke perairan Danau Tempe lebih banyak yang berbentuk padatan yang ukurannya kecil (padatan terlarut), atau padatan yang terdapat di perairan Danau Tempe lebih didominasi oleh padatan yang berasal dari limbah-limbah organik.

Sumber data dari teknologi satelit penginderaan jauh menjadi sumber data penting untuk pembuatan informasi spasial sumberdaya alam dan lingkungan yang akurat, konsisten, dan aktual. Model-model algoritma ekstraksi kualitas danau yang umum digunakan masih bersifat spesifik untuk lokasi tertentu, sehingga perlu dilakukan verifikasi dan kalibrasi agar dapat digunakan untuk lokasi berbeda.

Pemantauan sumber daya alam dan lingkungan mengharuskan penggunaan banyak data dalam selang waktu observasi tertentu yang lebih dikenal dengan analisis multi temporal. Dengan menggunakan data satelit penginderaan jauh maka

analisis multi temporal dapat dilakukan dengan lebih mudah, cepat dan murah. Peran penting analisis multi temporal menggunakan data satelit penginderaan jauh akan semakin nampak untuk daerah perikanan laut lepas atau samudera.

KESIMPULAN

Walaupun masih memerlukan validasi, citra Landsat TM dapat digunakan untuk estimasi serta distribusi spasial parameter kualitas air (suhu, chl-a, TSS, dan TSM) secara lebih cepat, akurat, dan murah dibandingkan dengan pengukuran konvensional.

DAFTAR PUSTAKA

- Brezonik et al. 2002. *Satellite and GIS Tools to Assess Lake Quality*. Water Resources Center, University of Minnesota.
- Jitts HR, Mc Allister DC, Stevens K, Strickland JDH. 1964. *The Cell Division Rates of Some Marine Phytoplankters as a Function of Light and Temperature*. J.Fish. Res. Bd, Canada 21: 139 - 157.
- Liu, J., Hirose, T., Kapfer, M., dan Bennett, J. 2007. Operational Water Quality Monitoring over Lake Winnipeg Using Satellite Remote Sensing Data. *Our Common Borders – Proceedings of Safety, Security, and the Environment Through Remote Sensing*. October 28 – November 1, 2007. Ottawa, Ontario, Canada.
- Li, R. dan Li, J. 2004. Satellite Remote Sensing Technology for Lake Water Clarity Monitoring: An Overview. International Society for Environmental Information Sciences, *Environmental Informatics Archives*, Volume 2 (2004), 893-901.
- Mostafa M.M. dan 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.
- Trisakti B, Parwati S and Budhiman S, 2005, Study of MODIS-AQUA Data for Mapping Total Suspended Matter (TSM) in Coastal Waters. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences*, Vol. 2, September 2005