



**PEDOMAN PEMANTAUAN PERUBAHAN
LUAS PERMUKAAN AIR DANAU
MENGUNAKAN DATA SATELIT
PENGINDERAAN JAUH**

**PUSAT PEMANFAATAN PENGINDERAAN JAUH
LEMBAGA PENERBANGAN DAN ANTARIKSA NASIONAL**

2015

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT bahwa Panduan Penyusunan Pedoman Pengolahan Data Penginderaan Jauh telah dapat diselesaikan dengan baik. Pedoman ini disusun sebagai salah satu tugas Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh (Pusfatja) Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) untuk merumuskan “Pedoman Pemantauan Perubahan Luas Permukaan Air Danau Menggunakan Data Satelit Penginderaan Jauh” sebagai amanat Undang-Undang No. 21 tahun 2013.

Berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi baik langsung maupun tidak langsung dalam membuat buku penyusunan pedoman ini, untuk itu perkenankan kami mengucapkan terimakasih kepada :

1. Segenap pimpinan LAPAN yang telah memberikan segala bentuk naungan dan dukungan dalam kegiatan ini.
2. Para narasumber yang telah mencurahkan segala kemampuan dan ilmunya demi terwujudnya buku panduan penyusunan pedoman ini.
3. Tim penyusun, tim verifikasi dan tim pelaksana dari instansi sektoral terkait maupun dari kalangan intern yang telah bekerja keras hingga terselesaikannya buku panduan penyusunan pedoman ini.

Akhir kata, tak ada gading yang tak retak, kritik dan saran kami harapkan demi perbaikan buku pedoman ini pada masa yang akan datang. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi para pengguna.

Jakarta, 14 Desember 2015
Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional
Kepala

Dr. M. Rokhis Khomarudin, M.Si
NIP : 197407221999031006

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	1
1.3. Ruang lingkup	1
1.4. Pengertian	2
BAB II TAHAPAN PENGOLAHAN	3
2.1. Pemetaan Unit Pedoman	3
2.2. Dekripsi Unit	3
2.3. Prosedur / Metode	4
2.3.1 Perencanaan dan Persiapan	4
2.3.2. Pengumpulan Data	5
2.3.3 Peralatan	6
2.3.4. Pengolahan Data dan Analisis	6
BAB III PENUTUP	10
3.1 Ucapan Terimakasih	10
3.2. Lampiran	10
Lampiran 1. Gambar yang digunakan di dalam pedoman	
Lampiran 2. Tabel contoh hasil pengujian akurasi	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia mempunyai 840 danau besar dan 735 danau kecil yang menyimpan kekayaan 25% plasma nutfah dunia, serta mensuplai 72% air permukaan dan penyedia air untuk pertanian, sumber air baku masyarakat, pembangkit listrik tenaga air, dan pariwisata. Saat ini sebagian besar ekosistem danau di Indonesia telah mengalami degradasi (penurunan kualitas) yang diakibatkan oleh pertambahan penduduk, konversi lahan hutan, polusi dan erosi yang terjadi di daerah tangkapan air danau tersebut. Konferensi Nasional Danau Indonesia ke I (KNDI I) di Bali tahun 2009 dan ke II (KNKD II) di Semarang tahun 2011 menghasilkan suatu kesepakatan tentang pengelolaan danau berkelanjutan, dimana pengelolaan dan penyelamatan ekosistem danau akan dilaksanakan secara periodik berdasarkan parahnya tingkat kerusakan dan dampaknya terhadap kehidupan masyarakat.

Salah satu kegiatan yang diperlukan untuk mendukung program pengelolaan danau berkelanjutan adalah pemantauan perubahan luas permukaan air danau dari waktu ke waktu. Pemantauan ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan data satelit penginderaan jauh yang memiliki resolusi spasial dan temporal yang memadai. Berdasarkan ukuran danau-danau di Indonesia, maka data satelit penginderaan jauh sensor optik dengan resolusi spasial menengah dan resolusi temporal tinggi menjadi data yang sesuai untuk digunakan pada kegiatan pemantauan danau. Beberapa data satelit sensor optik saat ini yang dapat digunakan untuk pemantauan perubahan luas permukaan air danau adalah data Landsat 5/7/8 dan SPOT-4, sedangkan beberapa data satelit resolusi tinggi yang dapat menunjang kegiatan ini adalah data satelit IKONOS dan SPOT 5/6/7.

Pasal 19 ayat(2) dan Pasal 22 ayat (1) Undang-Undang Keantariksaan No.21 Tahun 2013 menyatakan bahwa Lembaga (disini adalah LAPAN) mempunyai tugas untuk menetapkan metode dan kualitas pengolahan data penginderaan jauh, dan selanjutnya pemanfaatan data dan diseminasi informasi penginderaan jauh wajib dilakukan berdasarkan pedoman yang ditetapkan oleh Lembaga. Berdasarkan amanah undang-undang tersebut maka disusunlah Pedoman teknis pemantauan kualitas ekosistem danau, khususnya untuk pemantauan perubahan luas permukaan air danau menggunakan satelit penginderaan jauh.

1.2. Tujuan

Tujuan dari penyusunan Pedoman Teknis Pemantauan Luas Permukaan Air Danau Menggunakan Satelit Penginderaan Jauh adalah menyediakan pedoman teknis bagi Kementerian/Lembaga dan masyarakat dalam memantau luas permukaan air danau berbasis data penginderaan jauh sehingga dapat dihasilkan informasi yang sesuai dengan standar yang disepakati.

1.3. Ruang Lingkup

Dokumen ini merupakan pedoman teknis yang meliputi:

1. Persiapan Kegiatan
 - a. Pengumpulan Data
 - b. Penyiapan Peralatan dan Software
2. Pengolahan Data dan Analisis
 - a. Normalisasi Data
 - b. Pembuatan Citra Komposit RGB untuk Identifikasi Tumbuhan Air
 - c. Deliniasi Batas Permukaan Air Danau
 - d. Perhitungan Luas Permukaan Air Danau
 - e. Pemantauan Perubahan Luas Permukaan Air Danau
 - f. Pengujian Akurasi

1.4. Pengertian

1. Penginderaan jauh adalah penginderaan permukaan bumi dari dirgantara dengan memanfaatkan sifat gelombang elektromagnetik yang dipancarkan, dipantulkan, atau dihamburkan oleh objek yang diindera
2. Danau adalah cekungan besar di permukaan bumi yang digenangi oleh air bisa tawar ataupun asin yang seluruh cekungan tersebut dikelilingi oleh daratan
3. Tumbuhan air adalah tumbuhan yang hidup diatas permukaan air danau, seperti: eceng gondok dan tumbuhan air lainnya
4. Batas permukaan air danau adalah batas yang dibuat dengan memperhatikan penampakan air danau dan penampakan vegetasi air di permukaan air danau secara 2 dimensi menggunakan data penginderaan jauh
5. Luas permukaan air danau adalah luas yang diperoleh dari gabungan luas penampakan air danau dan luas penampakan vegetasi air di permukaan air danau secara 2 dimensi menggunakan penginderaan jauh
6. Sensor optik adalah sensor yang mendeteksi perubahan cahaya dari sumber cahaya, pantulan cahaya ataupun bias cahaya yang mengenai objek
7. Komposit RGB adalah suatu model warna yang terdiri atas 3 buah warna, yaitu: merah (Red), hijau (Green), dan biru (Blue), yang ditambahkan dengan berbagai cara untuk menghasilkan warna yang diinginkan
8. Resolusi spasial adalah ukuran objek terkecil yang masih dapat disajikan dibedakan, dan dikenali pada citra. Semakin kecil ukuran objek yang dapat direkam maka semakin tinggi resolusi spasialnya, dan sebaliknya semakin besar ukuran objek yang dapat direkam maka semakin rendah resolusi spasialnya

BAB II

TAHAPAN PENGOLAHAN

2.1. Pemetaan Unit Pedoman

Kode Unit : LI 1 02 001 01 01

Judul Unit : Pemantauan perubahan luas permukaan air danau

2.2. Deskripsi Unit

Analisis citra multispektral dilakukan secara visual untuk menentukan luas permukaan air danau dan memantau perubahannya menggunakan data penginderaan jauh.

Tahapan	Uraian
1. Menyiapkan perangkat dan bahan pengolahan data	1.1. Perangkat keras dan perangkat lunak pengolahan citra yang diperlukan disiapkan 1.2. Metode yang akan digunakan diidentifikasi 1.3. Data penginderaan jauh dan non penginderaan jauh yang akan digunakan ditentukan sesuai kebutuhan
2. Melakukan standarisasi data multi temporal dengan normalisasi data	2.1. Menentukan data referensi dengan memilih kondisi liputan awan paling rendah dari seluruh data yang digunakan 2.2. Pengambilan training sampel dengan memperhatikan beberapa ketentuan 2.3. Pembuatan persamaan regresi dengan menggunakan regresi linear 2.4. Penerapan persamaan regresi pada setiap kanal citra yang akan dikoreksi 2.5. Pengujian hasil normalisasi secara visual dan nilai spektral
3. Menentukan batas dan luas permukaan air danau	3.1. Pembuatan citra komposit RGB dengan menggunakan citra komposit RGB ($R=NIR+SWIR$, $G=NIR$, $B=NIR-Red$) untuk identifikasi vegetasi air 3.2. Deliniasi batas permukaan air danau dengan mempertimbangkan vegetasi air 3.3. Perhitungan luas permukaan air danau
4. Pemantauan perubahan luas permukaan air danau	4.1. Menentukan batas permukaan air danau selama periode tertentu menggunakan data multi temporal 4.2. Menghitung luas permukaan air danau selama

	<p>periode tertentu menggunakan data multi temporal</p> <p>4.3. Analisis perubahan batas dan luas permukaan air danau</p>
5. Uji akurasi hasil klasifikasi	<p>5.1. Membandingkan dengan hasil pengukuran lebar danau di lapangan dengan GCP</p> <p>5.2. Membandingkan dengan luas danau dari data satelit resolusi sangat tinggi</p> <p>5.3. Menghitung error dengan RMSE</p>

2.3. Prosedur / Metode

2.3.1. Perencanaan dan Persiapan

2.3.1.1. Perencanaan

Perencanaan merupakan bagian penting dalam setiap tindakan terhadap apa yang dilakukan sehingga menjadi jelas dan dapat mencapai tujuan. Perencanaan harus memberikan peningkatan produktivitas kerja dan membuat pekerjaan lebih efektif. Dalam pedoman ini perencanaan kerja minimal terdiri dari inventarisasi dokumen, rekrutmen SDM dan menyusun persiapan tahapan kerja.

a. Inventarisasi Dokumen Teknis

Dokumen teknis terkait dengan normalisasi citra dan identifikasi vegetasi air menggunakan data penginderaan jauh diinventarisirisi untuk digunakan sebagai referensi atau acuan. Dokumen teknis bisa berupa laporan teknis, literature media cetak maupun media elektronik.

b. Sumberdaya Manusia

Kompetensi merupakan seperangkat pengetahuan, keterampilan, dan perilaku yang harus dimiliki, dihayati, dikuasai, dan diaktualisasikan oleh pengolah dalam melaksanakan tugas keprofesionalan. Pengolah dalam hal ini personel / sumberdaya manusia yang berkompeten sangat dibutuhkan dalam bidang penginderaan jauh sangat penting. Kompetensi sumberdaya manusia yang dibutuhkan dalam pengolahan data penginderaan jauh minimal memiliki keahlian bidang penginderaan jauh, memiliki kemampuan dan ketrampilan kompeterisasi.

2.3.1.2. Persiapan Kerja

Persiapan kerja yang terkait dengan pengolahan data untuk pemantauan perubahan luas permukaan air danau menggunakan penginderaan jauh disiapkan secara komprehensif, teratur dan terarah agar pelaksanaan pekerjaan lebih mudah mencapai tujuan. Persiapan kerja yang perlu dilakukan antara lain : menyiapkan data penginderaan jauh dan data penduduknya, mempersiapkan alat pengolah baik perangkat keras maupun perangkat lunak, menyiapkan metode yang efektif dan efisien yang dimiliki untuk pengolahan dan penyajian hasil.

2.3.2. Pengumpulan Data

2.3.2.1. Data Penginderaan Jauh

Data penginderaan jauh yang digunakan adalah data satelit penginderaan jauh resolusi spasial menengah dan resolusi spasial tinggi. Data satelit resolusi spasial menengah digunakan sebagai data utama untuk memantau luas permukaan air danau dan perubahannya, sedangkan data satelit resolusi spasial tinggi digunakan sebagai data pendukung untuk verifikasi dan uji akurasi.

a. Data Satelit Resolusi Spasial Menengah

Data satelit resolusi spasial menengah yang digunakan memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Resolusi Data

Kanal spektral yang dibutuhkan adalah kanal cahaya tampak sampai kanal inframerah, khususnya kanal merah, inframerah dekat dan inframerah menengah. Berdasarkan spesifikasi kebutuhan tersebut maka data satelit yang dapat digunakan adalah Landsat, SPOT atau data lainnya yang memenuhi spesifikasi tersebut.

2. Level Data

Data yang digunakan adalah data yang sudah melalui koreksi orthorektifikasi (koreksi citra tegak). Data tersebut juga terkoreksi radiometrik, minimal terkoreksi sudut matahari untuk menghilangkan kesalahan nilai piksel karena pengaruh kondisi geometri matahari yang berbeda saat perekaman. Oleh karena itu, level data yang digunakan adalah level data terkoreksi geometrik dan radiometrik.

3. Waktu Perekaman Data

Tinggi rendahnya curah hujan di sekitar danau akan mempengaruhi luas permukaan air danau. Oleh karena itu pemantauan perubahan luas permukaan air danau memerlukan data satelit multi temporal pada kondisi curah hujan yang sama, atau pada musim yang sama. Pemantauan dapat dilakukan pada musim kemarau atau pada musim hujan, tetapi direkomendasikan pada musim kemarau karena perbedaan curah hujan setiap tahun yang tidak terlalu besar dan data relatif bebas awan.

b. Data Satelit Resolusi Spasial Tinggi

Data satelit resolusi spasial tinggi yang dapat digunakan adalah data dengan resolusi spasial lebih besar dari 2.5 meter (> 2.5 m) sehingga batas tepi permukaan air danau dapat diidentifikasi secara jelas dan tegas. Data satelit yang dapat digunakan adalah IKONOS, SPOT 5, SPOT 6, SPOT 7 dan data lainnya yang memenuhi spesifikasi tersebut.

2.3.2.2. Data Pendukung

Data non penginderaan jauh yang digunakan adalah data statistik curah hujan berupa data tabular pada periode tertentu (> 1 tahun) yang diukur dari stasiun hujan BMKG atau data yang diekstrak dari satelit lingkungan dan cuaca (seperti: MTSAT,

TRMM dll.). Data curah hujan digunakan untuk memberikan informasi mengenai kondisi curah hujan wilayah sekitar danau selama satu tahun, sehingga dapat ditentukan waktu dengan kondisi curah hujan yang relatif sama untuk pemantauan perubahan luas permukaan air danau.

2.3.3. Peralatan

Peralatan yang digunakan berupa perangkat keras dan perangkat lunak yang memiliki spesifikasi memadai untuk pengolahan data penginderaan jauh dan system informasi spasial.

a. Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan adalah perangkat komputer dekstop atau laptop dengan memori lebih dari 4 GB dan dilengkapi dengan mouse.

b. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang dibutuhkan adalah perangkat lunak yang mampu melakukan pengolahan data (*Image processing*) satelit baik itu berbayar ataupun tidak berbayar. Contoh perangkat lunak berbayar yang dapat digunakan adalah Er- Mapper, Erdas Imagine, ENVI dan PCI. Sedangkan perangkat lunak tidak berbayar adalah quantum GIS

2.3.4. Pengolahan Data dan Analisis

Sebagian besar danau di Indonesia mempunyai permasalahan dengan pertumbuhan tumbuhan air (eceng gondok) yang tidak terkendali, dimana Eceng gondok berkembang cepat dan menutupi permukaan air danau. Gambar 1 memperlihatkan sebaran eceng gondok di Danau Rawa Pening dengan citra komposit RGB 542. Pengolahan data dilakukan untuk menentukan batas dan luas permukaan air danau. Tahapan kegiatan terdiri normalisasi data, pembuatan citra komposit RGB, penajaman citra komposit, deliniasi batas permukaan air danau, perhitungan luasan permukaan air danau dan analisis perubahan luasan permukaan air danau.

a. Normalisasi Data

Normalisasi data dilakukan untuk menghilangkan atau mengurangi perbedaan nilai pada data karena pengaruh perbedaan sensor satelit dan perbedaan waktu perekaman data. Tahapan kegiatan normalisasi adalah: menentukan data referensi, pengambilan training sampel, pembuatan persamaan regresi, penerapan persamaan regresi dan pengujian hasil.

b. Menentukan Data Referensi

Data referensi ditentukan dengan melakukan seleksi terhadap seluruh data yang digunakan, selanjutnya memilih data dengan kondisi tingkat liputan awannya paling rendah (paling clear). Normalisasi dilakukan dengan menggunakan sebuah data referensi agar radiometrik data masukan menjadi sesuai dengan data referensi.

c. Pengambilan Training Sampel

Pengambilan training sampel, memperhatikan beberapa ketentuan antara lain :

1. Pengambilan training sampel dilakukan untuk setiap kanal
2. Jenis sampel bervariasi dan memiliki rentang derajat keabuan yang lebar

3. Pengambilan sampel pada objek yang relatif tidak berubah (*invariant object*).
4. Objek vegetasi perlu dihindari karena vegetasi sangat mudah mengalami perubahan, kecuali objek hutan lebat yang relatif tidak berubah
5. Daerah sebisa mungkin harus datar
6. Target objek untuk training sampel teridentifikasi sama (tidak berubah) baik pada citra referensi maupun pada citra masukan.

d. Pembuatan Persamaan Regresi

Metode yang digunakan adalah regresi linear, dengan menentukan persamaan regresi nilai spektral objek yang sama pada 2 data yang berbeda. Persamaan hubungan linear antara data masukan dan data referensi adalah sebagai berikut:

$$Y_m = a_m X_m + b_m \quad (1)$$

dimana,

- Y_m : kanal ke-m dari data referensi Y,
- X_m : kanal ke-m dari data masukan X
- a dan b : koefisien normalisasi citra, dan
- m : nomor kanal dari citra.

e. Penerapan Persamaan Regresi

Persamaan regresi diterapkan pada citra masukan untuk setiap kanal dan disimpan sebagai data baru yang telah dinormalisasi.

f. Pengujian Hasil

Hasil normalisasi diuji secara visual dengan penampakan yang sama pada komposit RGB (R: SWIR, G: NIR, B: hijau) atau perbedaan nilai spektral objek yang sama semakin berkurang antara citra referensi dan citra masukan. Gambar 2 memperlihatkan tampilan citra komposit RGB sebelum dan sesudah proses normalisasi data, sedangkan Gambar 3 memperlihatkan perubahan nilai spektral objek hutan sebelum dan sesudah proses normalisasi data. Data Landsat tahun 2000 adalah data referensi sedangkan data Landsat tahun 1990 dan SPOT-4 tahun 2010 adalah data masukan, tampilan komposit RGB menjadi mirip dan perbedaan nilai spektral hutan semakin berkurang.

g. Pembuatan Citra Komposit RGB untuk Identifikasi Tumbuhan air

Identifikasi tumbuhan air (eceng gondok) dilakukan dengan menggunakan citra komposit RGB (R=NIR+SWIR, G=NIR, B=NIR-Red). Eceng gondok berwarna putih dan dapat dibedakan secara lebih tegas dibandingkan tumbuhan di sekitar danau. Berdasarkan hasil survei lapangan, warna putih tebal menunjukkan eceng gondok dengan kehijauan tinggi karena mendapatkan cukup air (tumbuh di atas air yang menjadi bagian danau), sedangkan warna putih tipis menunjukkan eceng gondok dengan tingkat kehijauan rendah karena kurang mendapat air (tanah telah mengering dan bukan menjadi bagian danau).

Pada tahap ini membuat citra komposit RGB (NIR+SWIR, NIR, NIR-Red), dan melakukan penajaman untuk memperjelas objek eceng gondok. Tahap penajaman adalah: 1) melakukan pembesaran (*zooming*) pada objek eceng gondok, dan 2) Penajaman dengan menggunakan 99% *contrast enhancement*. Gambar 4 memperlihatkan citra komposit RGB 542 dan citra komposit RGB (NIR+SWIR, NIR,

NIR-Red) untuk identifikasi eceng gondok. Warna putih tebal di sekeliling danau pada citra komposit RGB (NIR+SWIR, NIR adalah eceng gondok yang tersebar di permukaan air danau

h. Deliniasi Batas Permukaan Air Danau

Deliniasi batas permukaan air danau ditentukan dengan mempertimbangkan keberadaan vegetasi air (eceng gondok) yang terdapat di permukaan air danau, dimana vegetasi yang berada di atas permukaan air danau menjadi bagian dari luas permukaan air danau tersebut.

i. Perhitungan Luas Permukaan Air Danau

Luas permukaan air danau dihitung dengan menghitung total jumlah piksel yang terdapat di dalam batas permukaan air danau, kemudian mengalikan total jumlah piksel tersebut dengan luas satu piksel. Luas satu piksel dapat dihitung dengan melakukan perhitungan kuadrat pada resolusi spasial dari data satelit. Persamaan menghitung luas permukaan air (LPA) danau diperlihatkan pada persamaan (2). Perhitungannya dapat dilakukan dengan metode statistik menggunakan menu statistik pada software pengolahan data.

$$LPA = TP \times (RS)^2 \quad (2)$$

dimana,

LPA : Luas permukaan air danau dalam satuan meter persegi (m²)

TP : Total jumlah piksel dalam batas danau, tanpa satuan

RS : Resolusi spasial data yang digunakan dalam satuan meter (m)

j. Pemantauan Perubahan Luas Permukaan Air Danau

Analisis perubahan luas permukaan air danau dilakukan dengan menentukan batas permukaan air danau setiap waktu dan menghitung setiap luasannya menggunakan data satelit multi temporal, selanjutnya mengamati perubahannya selama periode tertentu. Gambar 5 memperlihatkan contoh perubahan batas permukaan air danau selama periode 2000-2013, sedangkan Gambar 6 memperlihatkan contoh grafik batang yang menunjukkan perubahan luas permukaan air danau.

k. Pengujian Akurasi

Pengujian akurasi dilakukan dengan 2 cara, yaitu: 1) Membandingkan dengan hasil pengukuran lapangan, 2) Membandingkan dengan informasi yang sama yang diturunkan dengan menggunakan data satelit resolusi tinggi (<2.5 m), seperti : IKONOS, QuickBird , SPOT 5, SPOT 6, SPOT 7, Pleiade dan data lainnya yang memenuhi spesifikasi tersebut.

1. Membandingkan Dengan Hasil Pengukuran Lapangan

Pengukuran lapangan dilakukan dengan mengambil beberapa ground control point (GCP) di beberapa tempat di pinggir danau yang dapat diidentifikasi menggunakan citra. Kemudian menghitung jarak antara dua GCP. Pada titik yang sama dilakukan perhitungan jarak pada citra. Selanjutnya jarak yang diperoleh dari citra dibandingkan dengan jarak yang diperoleh dari hasil pengukuran lapangan untuk memperoleh error (akurasi)

antara kedua data. Menghitung error dengan metode RMSE (Root Mean Squared Error) dilakukan dengan persamaan 3, sebagai berikut:

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{E^2}{n}} \quad (3)$$

Dimana,

RMSE : Error/akurasi

$$E = e_1^2 + e_2^2 + e_3^2 + \dots e_n^2$$

e : Perbedaan jarak = $E_{\text{citra}} - E_{\text{lapangan}}$

n : Jumlah total sampel yang digunakan

2. Membandingkan Dengan Data Resolusi Tinggi

Bila tidak diperoleh data dari pengukuran lapangan, maka pengujian akurasi dapat dilakukan dengan menggunakan data satelit resolusi spasial yang lebih tinggi sebagai data referensi (< 2.5 m).

Alur kerjanya adalah pembuatan komposit RGB citra resolusi tinggi. Pada citra resolusi tinggi seperti IKONOS, SPOT 6/7, QuickBird dan Pleiades, komposit RGB dibuat dengan warna sebenarnya kanal 321. Kemudian melakukan deliniasi batas permukaan air danau, dengan definisi yang sama, yaitu total luas penampakan air danau dan luas penampakan eceng gondok di permukaan air danau. Dan tahap terakhir adalah membandingkan luas dari data resolusi menengah dengan luas dari data resolusi tinggi, dan menghitung persentase selisihnya dengan menggunakan persamaan 4. Tabel 1 memperlihatkan contoh hasil pengujian akurasi luas permukaan air danau dengan menggunakan data resolusi tinggi.

$$\text{Persentase selisih} = 100\% \times (L_2 - L_1) / L_2 \quad (4)$$

dimana,

L1 : Luas permukaan air danau dari data resolusi menengah dalam satuan meter (m)

L2 : Luas permukaan air danau dari data resolusi tinggi (Luas referensi) dalam satuan meter (m)

BAB III

PENUTUP

3.1. Ucapan Terimakasih

Pedoman teknis pemantauan luas permukaan air danau menggunakan data satelit penginderaan jauh telah diselesaikan dikerjakan. Pembuatan pedoman teknis ini merupakan salah satu tugas yang telah ditetapkan dalam Undang-Undang Keantariksaan No.21 Tahun 2013, Pasal 19 ayat(2) dan Pasal 22 ayat (1) yang menyatakan bahwa lembaga (disini adalah LAPAN) mempunyai tugas untuk menetapkan metode dan kualitas pengolahan data penginderaan jauh. Pemanfaatan data dan diseminasi informasi penginderaan jauh oleh stakeholder wajib dilaksanakan berdasarkan pedoman yang dibuat oleh lembaga.

Terimakasih kami ucapkan pada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam menyelesaikan pedoman ini. Pedoman pemantauan luas permukaan air danau menggunakan data satelit penginderaan jauh diharapkan dapat digunakan sebagai pedoman teknis bagi Kementerian/Lembaga dan masyarakat dalam memantau luas permukaan air danau berbasis data penginderaan jauh. Sangat disadari bahwa pedoman ini masih banyak kekurangannya sehingga perlu masukan dan saran dari berbagai pihak yang berkepentingan.

3.2. Lampiran

Lampiran 1: Gambar yang digunakan di dalam pedoman

Lampiran 2: Tabel contoh hasil pengujian akurasi

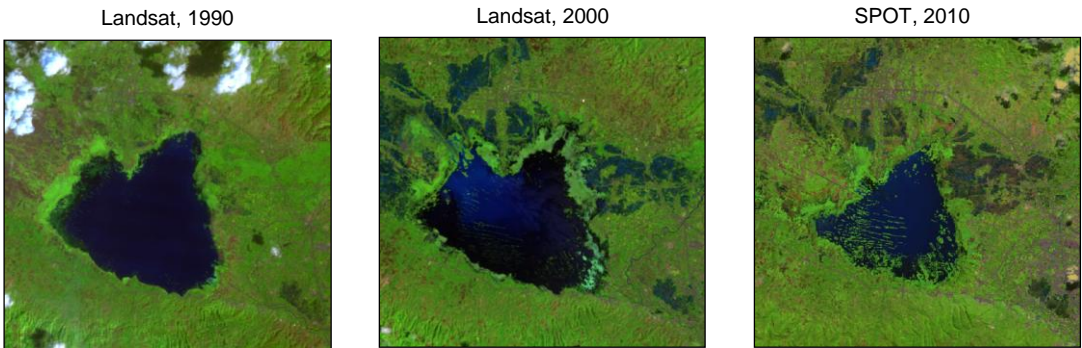
Lampiran 1: Gambar yang digunakan di dalam pedoman



Gambar 1. Sebaran eceng gondok di Danau Rawa Pening dari data Landsat

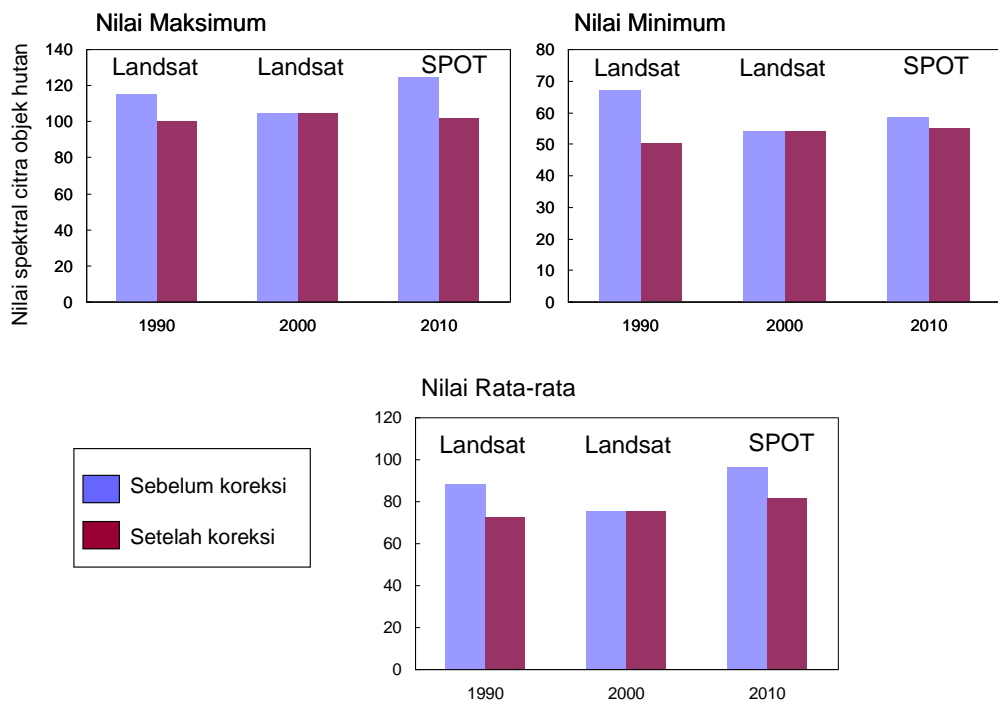


Citra beda waktu dan beda sensor sebelum normalisasi data

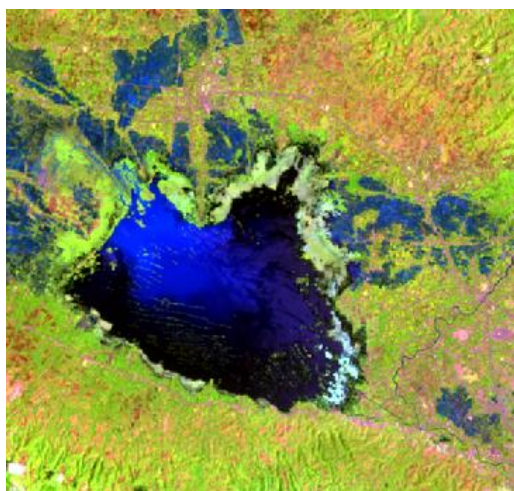


Citra beda waktu dan beda sensor setelah normalisasi data

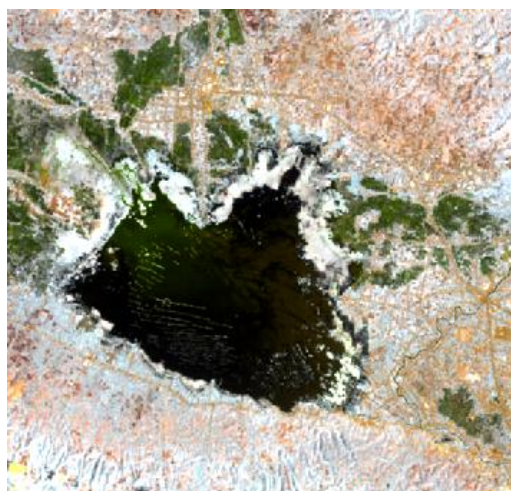
Gambar 2. Citra beda waktu dan beda sensor sebelum dan setelah normalisasi



Gambar 3. Nilai spektral objek hutan sebelum dan sesudah proses normalisasi

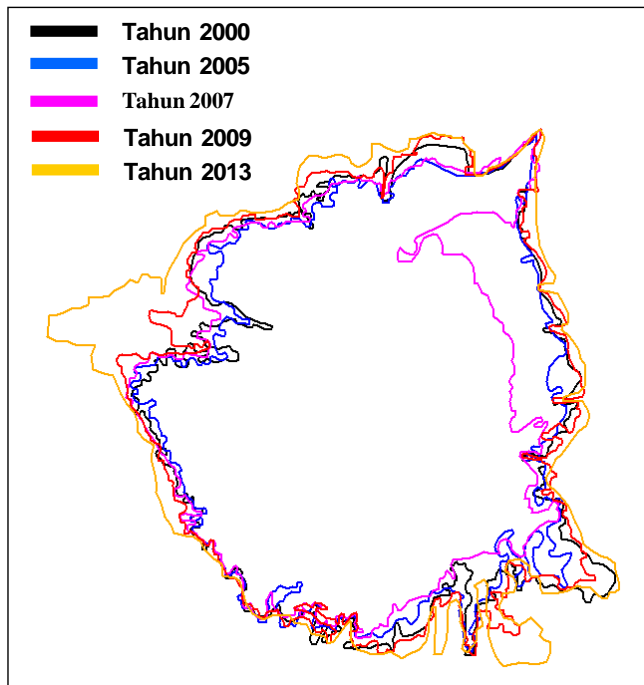


Komposit RGB 542

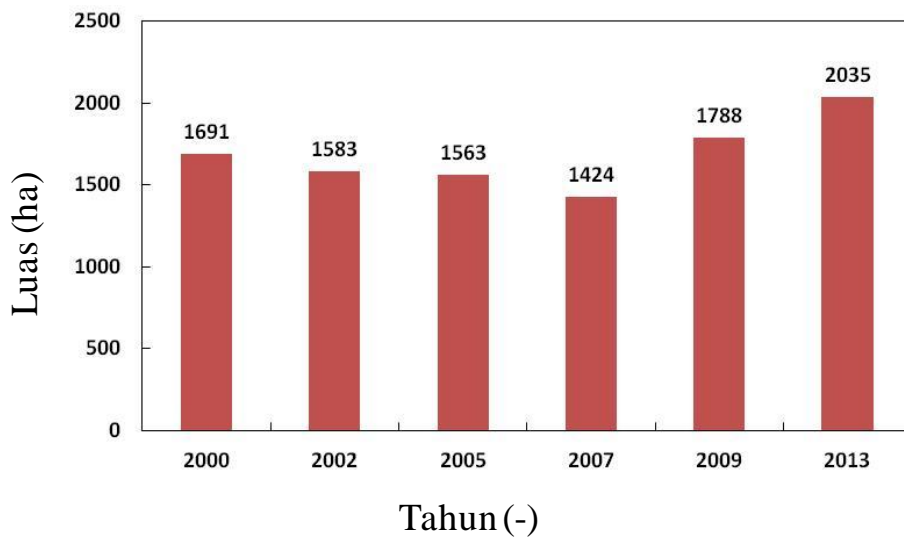


Komposit RGB (NIR+SWIR, NIR, NIR-Red)

Gambar 4. Perbandingan komposit RGB 542 dan komposit RGB (NIR+SWIR, NIR, NIR-Red) untuk identifikasi eceng gondok



Gambar 5. Perubahan batas permukaan air danau Rawa Pening selama periode 2000-2013



Gambar 6. Perubahan luas permukaan air danau Rawa Pening selama periode 2000-2013

Lampiran 2 : Tabel contoh hasil pengujian akurasi

Luas danau berbasis SPOT	Luas danau berbasis IKONOS	Persentase selisih
2696 ha	2550 ha	5,7%