

Analisis Tingkat Sedimentasi dan Gerusan Waduk PLTA Koto Panjang Bagian Hulu Menggunakan Data Penginderaan Jauh

Jailani, Sigit Sutikno, Rinaldi

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293
E-mail: jailani.civilur@gmail.com

ABSTRACT

Sedimentation and erosion in reservoir are common natural phenomena. Reservoir sedimentation and erosion caused by several factors such as: water level fluctuations in the reservoir and run off when it rains. Observation of reservoir sedimentation and erosion are done using remote sensing data. The data used are Landsat satellite imagery Landsat 7 ETM+ and Landsat 8 OLI_TIRS. Overview of sedimentation and erosion in this study conducted in 3 water level conditions. Based on the analysis results obtained: (1) condition 1 (mean water level 76,67 m), of date 1 September 2000 to 11 July 2013 (12,87 years) has occurred sedimentation and erosion, for 140,62 ha and 97,47 ha respectively, the rate of sedimentation and erosion, for 10,95 ha/year and 7,58 ha/year respectively. (2) the condition 2 (mean water level 77,73 m), of dates 9 December 2001 to 16 November 2013 (11,95 years) has occurred sedimentation and erosion, for 146,23 ha and 125,06 ha respectively, the rate of sedimentation and erosion, for 12,24 ha/year and 10,47 ha/year respectively. (3) Condition 3 (mean water level 79,75 m), of date 9 March 2000 to 18 December 2013 (13,79 years) has occurred sedimentation and erosion, for 325,69 ha and 73,23 ha respectively, the rate of sedimentation and erosion, for 23,62 ha/year and 5,31 ha/year respectively.

Keywords : sedimentation , erosion , reservoir, remote sensing , Landsat

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Riau sejak tahun 1997 dioperasikan PLTA Koto Panjang dengan membendung sungai Kampar yang terletak di desa Merangin Kecamatan Bangkinang Barat Kabupaten Kampar Provinsi Riau. Bendungan PLTA Koto Panjang memanfaatkan aliran Sungai Kampar Kanan dengan konstruksi bendungan beton tipe *concrete gravity* setinggi 58 m, sehingga terbentuk waduk seluas 124 km² (Mulyadi, 2003).

Erosi yang terjadi pada lahan akan terbawa air menuju ke sungai. Di dalam

sungai partikel sedimen akan bergerak ke arah hilir sungai. Bergeraknya partikel dalam sungai tergantung dari karakteristik sedimen (*sediment characteristic*) dan karakteristik aliran (*flow characteristic*). Partikel yang terbawa aliran air sebagian mengendap di dasar sungai (agradasi) dan sebagian besar akan mengendap pada tampungan waduk akibat adanya perubahan penampang dan perubahan kecepatan aliran terutama di daerah *inlet* waduk. Di dasar sungai juga akan terjadi gerusan (degradasi) dan pada sungai yang bermeander akan terjadi gerusan di sisi luar belokan dan sedimentasi pada sisi dalam belokan.

Gerusan juga bisa terjadi pada tebing waduk akibat fluktuasi muka air, *run off* ketika terjadinya hujan, dan lemahnya kekuatan geser tanah.

Salah satu teknologi yang saat ini berkembang dengan pesat dan sangat potensial untuk pengamatan dan analisa suatu kawasan adalah teknologi penginderaan jauh yang diintegrasikan dengan teknologi GIS (*Geography Information System*). Teknologi penginderaan jauh ini menghasilkan data citra yang diterima oleh sensor yang dibawa oleh satelit berupa kondisi fisik obyek di permukaan bumi. Dengan memanfaatkan teknologi ini akan diperoleh data spasial tentang kondisi saat ini maupun kondisi yang telah lampau dari suatu kawasan.

Citra satelit Landsat merupakan produk penginderaan jauh dari NASA yang bisa diakses dan diperoleh dengan mudah dapat digunakan untuk penelitian tingkat sedimentasi dan gerusan waduk PLTA Koto Panjang. Pengalaman menunjukkan bahwa band infra merah dari sensor Landsat-7 ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper*) yaitu band 5 adalah band terbaik dalam mengekstraksi *interface* daratan-lautan (Alesheikh dalam Arief dkk, 2011). Penetapan garis pantai yang paling baik digunakan adalah interpretasi visual dari kenampakan obyek dari komposit 542 (RGB) karena batas tegas antara air laut dan daratan berada dapat dilukiskan (Winarso dalam Arief dkk, 2011). Dengan adanya penelitian tersebut maka akan diterapkan penelitian pada waduk PLTA Koto Panjang untuk dianalisis tingkat sedimentasi dan gerusannya.

1.2 Perumusan Masalah

Elevasi muka air waduk PLTA Koto Panjang selalu berubah-ubah setiap waktu mengikuti perubahan musim hujan dan kemarau. Perubahan elevasi muka air

tersebut akan mengakibatkan sedimentasi dan gerusan. Permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah ingin mengetahui seberapa besar tingkat sedimentasi dan gerusan waduk PLTA Koto Panjang bagian hulu dengan menggunakan data penginderaan jauh.

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis tingkat sedimentasi dan gerusan waduk PLTA Koto Panjang bagian hulu dengan menggunakan data penginderaan jauh.

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai sarana pembelajaran dan masukan kepada semua pihak untuk memanfaatkan teknologi penginderaan jauh dalam menganalisis tingkat sedimentasi dan gerusan waduk yang lebih cepat dan optimal.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. data citra satelit yang digunakan ialah Landsat-7 ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper*) dan landsat-8 OLI_TIRS (*Land Imager and Thermal Infrared Sensor*) dengan rentang waktu dari tahun 2000 sampai tahun 2013,
2. lokasi penelitian dilakukan di waduk PLTA Koto Panjang bagian hulu pada koordinat $0^{\circ}18'25,78''\text{LU}$ - $0^{\circ}24'10,95''\text{LU}$ dan $100^{\circ}37'32,29''\text{BT}$ - $100^{\circ}42'15,15''\text{BT}$,
3. elevasi muka air di hilir dan hulu waduk diasumsikan memiliki elevasi yang sama.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Secara administrasi, Waduk PLTA Koto Panjang berada dalam wilayah Kabupaten Kampar khususnya Kecamatan XIII Koto Kampar dan sebagian besar

berada di Kabupaten Lima Puluh Kota khususnya Kecamatan Pangkalan Baru Sumatera Barat. Tidak kurang dari 10 desa yang terendam dengan adanya proyek Waduk PLTA Koto Panjang, yaitu: Pulau Gadang, Koto Mesjid, Ranah Sungkai, Lubuk Agung, Batu Bersurat, Binamang, Pongkai Baru, Pongkai Istiqomah, Tanjung Alai, Muara Takus, dan Koto Tuo.

Berdasarkan interpretasi dari citra Landsat dari tahun 2002 sampai tahun 2012 terjadi penurunan luas kawasan hutan di *catchment area* setiap tahunnya seperti pada tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Penurunan Luas Hutan Berdasarkan Citra Landsat

No	Tahun	Luas Hutan (km ²)
1	2002	1.167,080
2	2005	1.158,704
3	2007	1.063,000
4	2008	1.053,000
5	2009	1.041,000
6	2010	904,327
7	2012	896,980

Sumber : PT. PLN (Persero) KIT Sumatera Bagian Utara Sektor KIT Pekanbaru Unit PLTA Koto Panjang

2.2 Sedimentasi dan Gerusan

Sedimentasi adalah suatu proses pengendapan material yang ditranspor oleh media air, angin, es, atau gletser di suatu cekungan. Proses sedimentasi pada waduk berasal dari erosi lahan. Erosi yang terjadi pada lahan akan terbawa air hujan menuju ke sungai, kemudian di dalam sungai partikel sedimen akan bergerak ke arah hilir sungai. Partikel yang terbawa aliran air sebagian mengendap di dasar sungai (agradasi) dan sebagian besar akan mengendap pada daerah tampungan waduk akibat adanya perubahan penampang dan kecepatan aliran air terutama di daerah *inlet* waduk. Jika kejadian ini berlangsung dalam waktu lama, maka kapasitas waduk dalam menampung air akan menjadi berkurang.

Gerusan merupakan perpindahan material tanah akibat media air. Pada sungai yang bermeander, secara umum gerusan akan terjadi pada sisi luar belokan dan pengendapan akan terjadi pada sisi dalam belokan. Dasar sungai pada sisi luar belokan umumnya akan lebih dalam karena adanya kecepatan yang lebih besar pada sisi luar belokan tersebut. Gerusan pada tebing waduk juga bisa terjadi akibat fluktuasi elevasi muka air waduk, *run off* ketika terjadinya hujan, dan lemahnya kekuatan geser tanah.

2.3 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah ilmu untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa adanya suatu kontak langsung dengan objek, daerah, atau fenomena yang dikaji (Lillesand dan Kiefe dalam Hara, 2009).

2.4 Perkembangan dan Karakteristik Landsat

Perkembangan satelit Landsat dari Landsat-1 sampai dengan Landsat-8 dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Perkembangan Satelit Landsat

Landsat	Diluncurkan	Dihentikan	Jenis Sensor
1	22/06/1972	06/01/1978	RBV dan MSS
2	22/01/ 1975	22/01/1980	RBV dan MSS
3	03/03/1978	31/03/1983	RBV dan MSS
4	16/07/1982	1993	MSS
5	01/03/1984	26/12/2012	TM
6	05/10/1993	Gagal Orbit	
7	15/04/1999		ETM+
8	11/02/2013		OLI_TIRS

Karakteristik band Landsat-7 ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper*) dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.3 Karakteristik Band Landsat-7

Band	Panjang Gelombang (μ m)	Resolusi Spasial (m)	Keterangan
1	0,45 - 0,52	30	Sinar tampak (Biru)
2	0,52 - 0,60	30	Sinar tampak (Hijau)
3	0,63 - 0,690	30	Sinar tampak (Merah)
4	0,76 - 0,90	30	Infra merah (Dekat)
5	1,55 - 1,75	30	Infra merah gelombang pendek 1
6	10,40 - 12,50	30	Infra merah Termal
7	2,08 - 2,35	30	Infra merah gelombang pendek 2
8	0,50 - 0,90	15	Pankromatik

Sumber: EROS Data Center dalam Rafiuddin (2012)

Karakteristik band dari landsat-8 OLI_TIRS (*Operational Land Imager and Thermal Infrared Sensor*) dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut ini.

Tabel 2.4. Karakteristik Band Landsat-8

Band	Panjang Gelombang (μ m)	Resolusi Spasial (m)	Keterangan
1	0,43 - 0,45	30	Coastal
2	0,45 - 0,51	30	Sinar tampak (Biru)
3	0,53 - 0,59	30	Sinar tampak (Hijau)
4	0,64 - 0,67	30	Sinar tampak (Merah)
5	0,85 - 0,88	30	Infra merah (Dekat)
6	1,57 - 1,65	60	Infra merah gelombang pendek 1
7	2,11 - 2,29	30	Infra merah gelombang pendek 2
8	0,50 - 0,68	15	Pankromatik
9	1,36 - 1,38	30	Cirrus
10	10,60 - 11,19	100	Sensor Inframerah termal 1
11	11,5 - 12,51	100	Sensor Inframerah termal 2

Sumber : Purwaningsih (2013)

2.5 Sistem Informasi Geografis

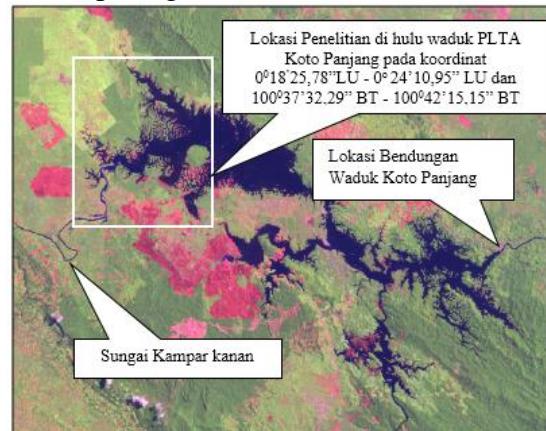
Sistem Informasi Geografis menurut Rice dalam Rafiuddin (2012) adalah sistem komputer yang digunakan untuk memasukkan, menyimpan, memeriksa, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan data yang berhubungan dengan posisi-posisi di permukaan bumi.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada waduk PLTA Koto Panjang di bagian hulu pada koordinat $0^{\circ}18'25,78''$ LU -

$0^{\circ} 24'10,95''$ LU dan $100^{\circ}37'32,29''$ BT - $100^{\circ}42'15,15''$ BT. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Waduk PLTA Koto Panjang
(Sumber: Citra Landsat-7 ETM+ Komposit Band 542 Perekaman Tanggal 26 April 2000)

3.2 Prosedur Penelitian

3.2.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder yang akan dijelaskan sebagai berikut ini.

a) Data Primer

Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah data *history* elevasi muka air harian Waduk PLTA Koto Panjang tahun 2000 sampai 2013.

b) Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra Landsat-7 ETM+ dan Landsat-8 OLI_TIRS dari tahun 2000 sampai 2013. Prinsip dalam pemilihan data citra Landsat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Citra Landsat di wilayah penelitian tidak tertutup oleh awan.
2. Pada saat perekaman citra pertama dan perekaman citra kedua, elevasi muka air waduk berada pada elevasi muka air yang sama atau yang mempunyai beda elevasi yang paling kecil.

- Analisis Sedimentasi dan gerusan waduk ditinjau dalam beberapa kondisi elevasi muka air.

3.2.2 Pengolahan Data Primer

Pengolahan data primer dilakukan dengan mengolah data elevasi muka air harian dijadikan elevasi muka air pada saat berlangsungnya perekaman citra satelit landsat. Elevasi muka air pada saat perekaman dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$Elv_{MASP} = Elv_{MAK} - \left(\frac{T_{MAK} - T_{SP}}{T_{MAK} - T_{MAA}} \right) \times (Elv_{MAK} - Elv_{MAA})$$

Dimana:

Elv_{MASP} = Elevasi muka air saat perekaman (m),

Elv_{MAA} = Elevasi muka air awal (m),

Elv_{MAK} = Elevasi muka air akhir (m),

T_{MAA} = Waktu muka air awal (WIB),

T_{MAK} = Waktu muka air akhir (WIB),

T_{SP} = Waktu saat perekaman (WIB),

3.2.3 Pengolahan Data Sekunder

3.2.3.1 Pemotongan Citra (*Cropping Image*)

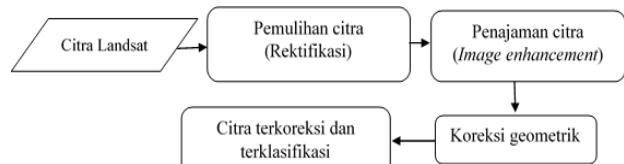
Pemotongan citra (*cropping image*) dilakukan pada setiap band yang terpilih. Band yang terpilih untuk citra Landsat-7 ETM+ adalah 2, 4, 5 dan 8. Band yang terpilih untuk citra Landsat-8 OLI_TIRS adalah 3, 5, 6 dan 8. Pemotongan citra dilakukan dengan pertimbangan sebagai berikut:

- daerah studi tidak meliputi seluruh area dalam citra,
- menghemat memori penyimpanan, dan
- meringankan kerja komputer.

3.2.3.2 *Image Processing*

Tujuan dari pengolahan data citra Landsat pada tahap ini adalah untuk mengekstrak informasi dari rekaman data

satelit. Tahap dari *image processing* dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut ini.



Gambar 3.2 Tahapan *Image Processing*

1) Pemulihan Citra (Rektifikasi)

Pemulihan citra atau yang biasa dikenal dengan rektifikasi ialah dengan koreksi radiometrik. Koreksi radiometrik adalah koreksi yang dilakukan karena hasil rekaman satelit mengalami kesalahan yang disebabkan oleh gangguan atmosfer. Gangguan atmosfer menyebabkan nilai pantulan yang diterima oleh sensor mengalami penyimpangan.

Koreksi radiometrik dilakukan dengan cara menggunakan metode penyesuaian histogram (*histogram adjustment*). Asumsi melandasi metode ini adalah nilai *Digital Number* (DN) terendah tiap saluran seharusnya bernilai 0 (nol). Apabila DN lebih besar dari 0 (>0), maka dihitung bias atau *offset*. Koreksi dilakukan dengan cara menghilangkan bias tersebut menjadi bernilai 0.

2) Penajaman Citra (*Image Enhancement*)

Penajaman citra merupakan penggabungan band-band yang dibutuhkan untuk menghasilkan gambar sesuai kebutuhan agar bisa dianalisis lebih lanjut. Penggabungan band-band ini dilakukan dengan komposit band (*composite bands*). Untuk Landsat-7 dilakukan dengan komposit band 542 dan landsat-8 dilakukan dengan komposit band 653.

Tahap penajaman selanjutnya dilakukan dengan penambahan band pankromatik (band 8). Penambahan band pankromatik menghasilkan citra dari resolusi spasial 30 m menjadi 15 m.

3) Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik pada citra Landsat merupakan upaya memperbaiki kesalahan perekaman secara geometrik agar citra yang dihasilkan mempunyai sistem koordinat dan skala yang seragam, dan dilakukan dengan cara translasi, rotasi, atau pergeseran skala. Koreksi geometrik pada citra Landsat meliputi penyiapan data berupa *raster/citra* yang telah dilakukan penajaman citra (*image enhancement*). Pengambilan titik kontrol bumi (*Global Control Point, GCP*) diperoleh dari peta, *google maps*, *google earth* atau peninjauan langsung di lapangan dengan menggunakan GPS (*Global Positioning System*) minimal 4 titik kontrol. Sistem koordinat yang digunakan WGS 1984 UTM (*Universal Transverse Mercator*) Zone 47 North sesuai dengan lokasi penelitian. Hasil koreksi ini akan didapatkan citra yang sesuai dengan posisi sebenarnya di muka bumi.

3.2.2.3 Digitasi dan Pengolahan Data Digitasi

Digitasi atau delineasi batas darat dan air dilakukan menggunakan cara digitasi layar (*on screen digitizing*) dengan menggunakan layar komputer. Digitasi batas darat dan air dibuat dalam bentuk *polygon features*. Citra yang dilakukan pendigitasan merupakan citra yang telah dilakukan penajaman citra (*image enhancement*) dan telah terkoreksi geometriknya.

3.2.2.4 Tumpang Susun (*Overlay*)

Setelah melakukan digitasi batas darat dan air pada masing-masing citra, kemudian tahap selanjutnya dilakukan tumpang susun (*overlay*) digitasi citra pada setiap kondisi. Dari hasil *overlay* akan terbentuk data *polygon features* baru yang mencakup didalamnya sedimentasi dan gerusan. *Polygon features* yang baru ini

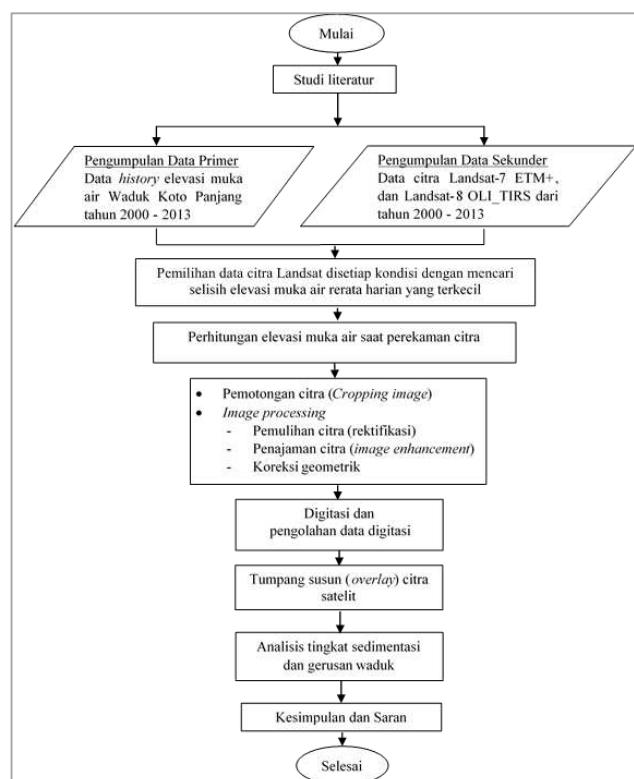
kemudian akan dipisah menjadi 2 bagian dengan membuat *Polygon features* baru berupa *Polygon features* sedimen dan *Polygon features* gerusan.

3.2.4 Analisis Tingkat Sedimentasi dan Gerusan Waduk

Masing-masing citra yang telah didigitasi dalam *polygon features* akan diklasifikasikan menjadi 2 kelas yaitu daratan dan perairan. Kemudian hasil dari tumpang susun (*overlay*) antar digitasi citra pada setiap kondisi akan didapatkan besarnya sedimentasi dan gerusan dalam 2 kelas baru yaitu air menjadi darat (sedimentasi) dan darat menjadi air (gerusan). Dari hasil analisis akan diperoleh tingkat Sedimentasi dan gerusan dalam satuan luas pertahun yaitu ha/tahun.

3.2.5 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian dapat dilihat pada gambar 3.4 berikut.

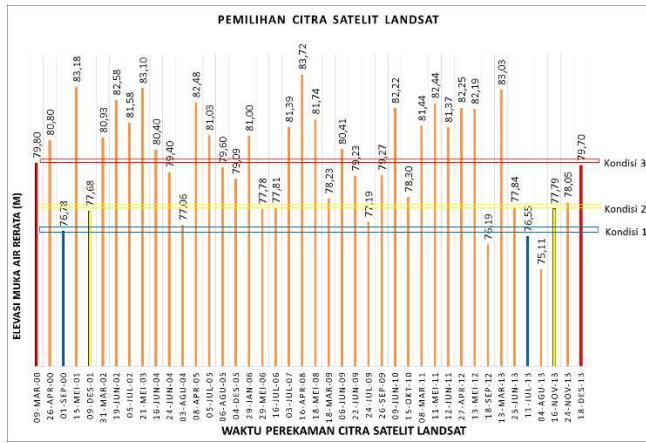


Gambar 3.4 Bagan Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemilihan Data Citra Satelit Landsat

Pemilihan data satelit Landsat dapat dilihat dalam grafik pada gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 4.1 Grafik Pemilihan Data Citra Satelit Landsat

Dari hasil perhitungan diperoleh data citra Landsat yang yang terpilih dalam 3 kondisi seperti pada tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Data Citra Satelit Landsat yang Terpilih Pada Tiap Kondisi

Kondisi	Landsat	Tanggal Perekaman	Elevasi Muka Air Harian (mdpl) (5)			Selisih Elevasi (m)
			Awal	Akhir	Rerata	
1	L7	01-Sep-00	76,82	76,74	76,78	0,23
	L8	11-Jul-13	76,58	76,52	76,55	
2	L7	09-Des-01	77,73	77,62	77,68	0,11
	L8	16-Nov-13	77,75	77,82	77,79	
3	L7	09-Mar-00	79,84	79,76	79,80	0,11
	L8	18-Des-13	79,67	79,72	79,70	

4.2 Pengolahan Data Primer

Pengolahan data primer dilakukan dengan mengolah data elevasi muka air harian dijadikan elevasi muka air pada saat berlangsungnya perekaman citra satelit landsat. Data elevasi muka air waduk PLTA Koto Panjang merupakan data elevasi muka air harian, namun akan dikonversi menjadi

elevasi muka air pada saat perekaman berlangsung dengan cara interpolasi antara elevasi awal dengan elevasi akhir.

Waktu saat perekaman citra satelit menggunakan waktu Greenwich atau dikenal dengan *Greenwich Mean Time* (GMT+00:00), sehingga waktu perekaman yang diperoleh dari data perekaman citra satelit dikonversi menjadi waktu setempat yaitu waktu indonesia bagian barat (WIB). Untuk wilayah sumatera ada penambahan waktu sebesar 7 jam dari waktu Greenwich atau disimbolkan dengan GMT+07:00. Pencatatan elevasi muka air awal dilakukan jam 0:00:00 WIB dan elevasi muka air akhir pada jam 23:59:59 WIB. Hasil perhitungan elevasi muka air saat perekaman citra Landsat pada masing-masing kondisi dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut.

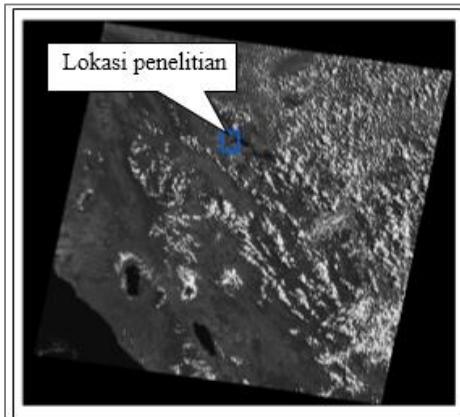
Tabel 4.2 Perhitungan Elevasi Muka Air Saat Perekaman Citra Landsat Pada Masing-Masing Kondisi

Kondisi	Landsat	Tanggal Perekaman	Waktu Perekaman GMT +0:00 (Jam)			Waktu Perekaman WIB (GMT+7:00)	Muka Air awal (6)	Muka Air Akhir (7)	Elevasi Muka Saat Perekaman (m)	Elevasi Muka Rerata Saat Perekaman (m)	Selisih Elevasi (m)		
			Awal	Akhir	Rerata								
			(5)	(6)	(7)								
(1)	(2)	(3)											
1	L7	01-Sep-00	3:20:02	3:20:29	3:20:16	10:20:15	76,82	0:00:00	76,74	23:59:59	76,79	76,67	0,23
	L8	11-Jul-13	3:31:07	3:31:38	3:31:23	10:31:23	76,58	0:00:00	76,52	23:59:59	76,55		
2	L7	09-Des-01	3:17:46	3:18:13	3:18:00	10:18:00	77,73	0:00:00	77,62	23:59:59	77,68	77,73	0,10
	L8	16-Nov-13	3:30:49	3:31:20	3:31:05	10:31:05	77,75	0:00:00	77,82	23:59:59	77,78		
3	L7	09-Mar-00	3:21:44	3:22:11	3:21:57	10:21:57	79,84	0:00:00	79,76	23:59:59	79,81	79,75	0,11
	L8	18-Des-13	3:30:37	3:31:08	3:30:53	10:30:52	79,67	0:00:00	79,72	23:59:59	79,69		

4.3 Pengolahan Data Citra Satelit

4.3.1 Pemotongan Citra (*Cropping Image*)

Pemotongan citra dilakukan pada semua band yang terpilih. Gambar band awal sebelum pemotongan citra dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2 Gambar Band Awal Sebelum Pemotongan Citra

(Sumber: Citra Landsat-7 ETM+ Band 5 Perekaman Tanggal 01 September 2000)

Setelah dilakukan pemotongan citra, lokasi penelitian berada pada koordinat $0^{\circ}18'25,78''$ LU – $0^{\circ}24'10,95''$ LU dan $100^{\circ}37'32,29''$ BT – $100^{\circ}42'15,15''$ BT yang terletak di waduk PLTA Koto Panjang bagian hulu dengan luas wilayah penelitian sebesar

92.604.476,15 m² atau 9.260,45 ha. Hasil pemotongan citra dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut.

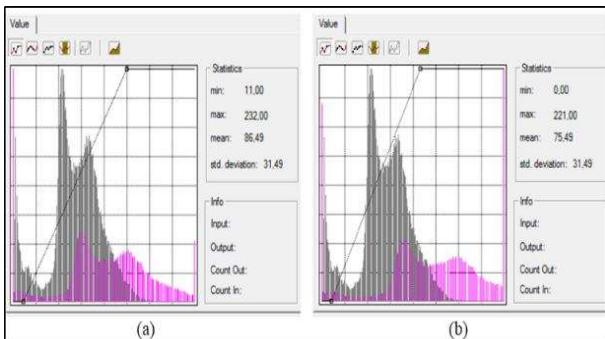


Gambar 4.3 Hasil Pemotongan Citra
(Sumber: Citra Landsat-7 ETM+ Band 5 Perekaman Tanggal 01 September 2000)

4.3.2 Image Processing

1) Pemulihan Citra (Rektifikasi)

Pemulihan citra satelit landsat dilakukan dengan koreksi radiometrik. Koreksi radiometrik dilakukan pada semua band-band yang terpilih. Hasil koreksi radiometrik untuk band 5 Citra Landsat-7 ETM+ Perekaman Tanggal 01 September 2000 sebelum dan sesudah koreksi radiometrik dapat dilihat pada gambar 4.4 berikut.



Gambar 4.4 Penyesuaian Histogram Band 5 Citra Landsat-7 ETM+ Perekaman Tanggal 01 September 2000 Sebelum Dikoreksi Radiometrik (a) dan Setelah Dikoreksi Radiometrik (b)

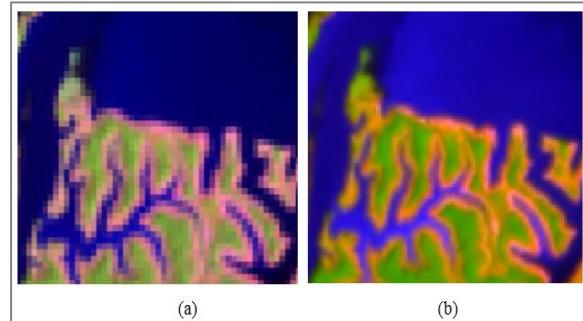
2) Penajaman Citra (*Emage Enhancement*)

Pada gambar 4.5 Berikut ini merupakan citra Landsat-8 OLI_TIRS perekaman tanggal 11 Juli 2013 yang telah dilakukan komposit band dengan warna biru merupakan daerah perairan, semantara warna yang lain merupakan daerah daratan.



Gambar 4.5 Komposit Band 653 Citra Landsat-8 OLI_TIRS Perekaman Tanggal 11 Juli 2013

Pada gambar 4.6 Berikut ini merupakan perbandingan kualitas antara citra yang hanya dilakukan komposit band dengan citra yang ada penambahan band pankromatik (band 8).



Gambar 4.6 Perbedaan Kualitas Citra Landsat. Komposit Band 653 (a) dan Komposit Band 653 Dengan Penambahan Band Pankromatik (b), Citra Landsat-8 OLI_TIRS Perekaman Tanggal 11 Juli 2013

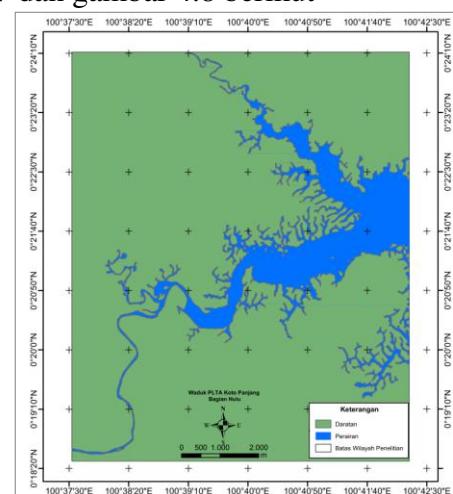
3) Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik pada citra Landsat merupakan upaya memperbaiki kesalahan perekaman secara geometrik agar citra yang dihasilkan mempunyai sistem koordinat dan skala yang seragam. Kelebihan pada citra Landsat adalah citra yang didownload terutama pada data *level 1* sudah terkoreksi geometriknya.

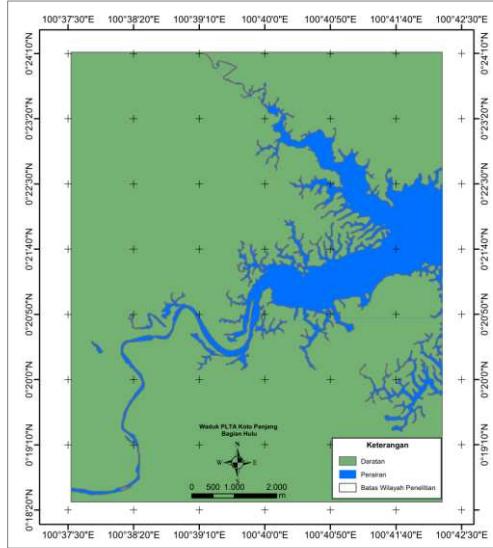
4.3.3 Digitasi dan Pengklasifikasian

a) Kondisi 1

Klasifikasi daratan dan perairan pada kondisi 1 dapat dilihat pada gambar 4.7 dan gambar 4.8 berikut



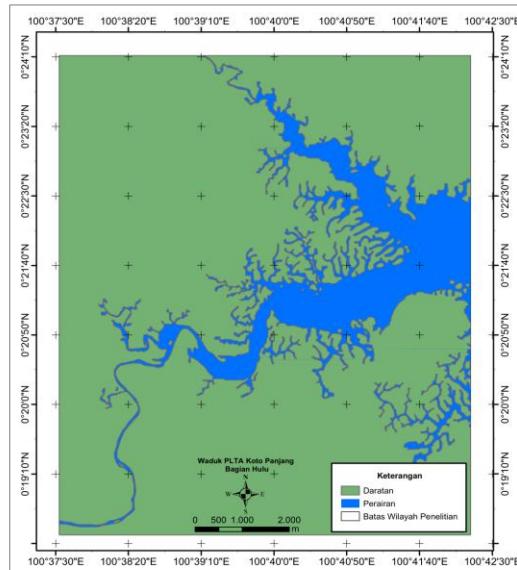
Gambar 4.7 Hasil Klasifikasi Daratan dan Perairan Pada kondisi 1 (Perekaman Tanggal 01 September 2000)



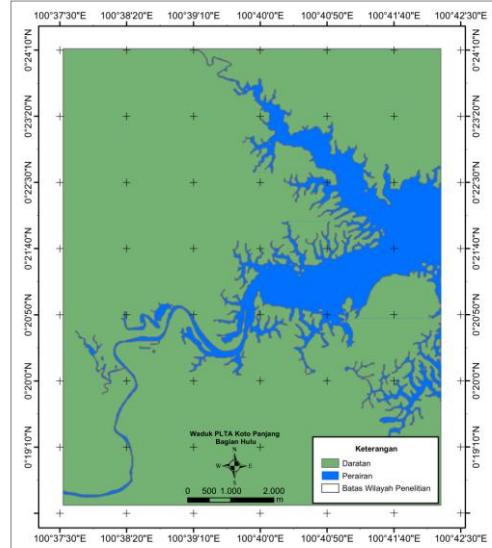
Gambar 4.8 Hasil Klasifikasi Daratan dan Perairan Pada Kondisi 1 (Perekaman Tanggal 11 Juli 2013)

b) Kondisi 2

Klasifikasi daratan dan perairan pada kondisi 2 dapat dilihat pada gambar 4.9 dan 4.10 berikut ini.



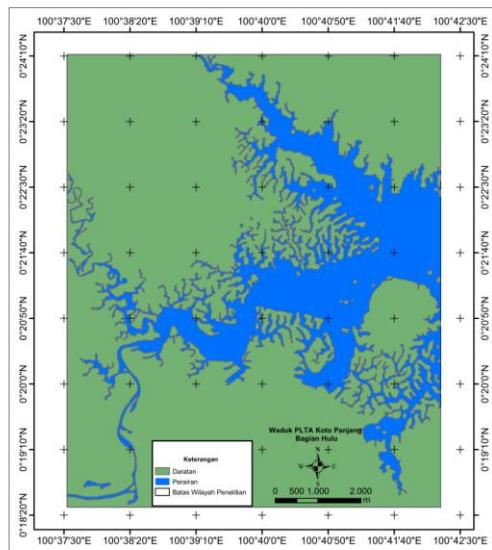
Gambar 4.9 Klasifikasi Daratan dan Perairan Pada Kondisi 2 (Perekaman Tanggal 09 Desember 2001)



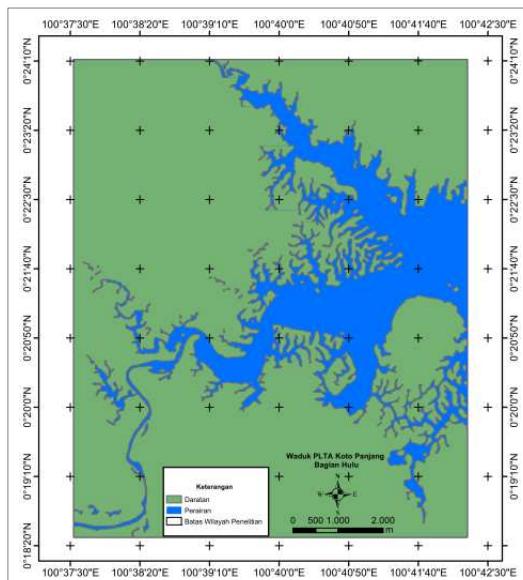
Gambar 4.10 Hasil Klasifikasi Daratan dan Perairan Pada Kondisi 2 (Perekaman Tanggal 16 Nopember 2013)

c) Kondisi 3

Klasifikasi daratan dan perairan pada kondisi 3 dapat dilihat pada gambar 4.11 dan 4.12 berikut ini.



Gambar 4.11 Hasil Klasifikasi Daratan dan Perairan pada kondisi 3 (Digitasi Citra Perekaman Tanggal 09 Maret 2000)



Gambar 4.12 Hasil klasifikasi Daratan dan Perairan Pada Kondis 3 (Perekaman Tanggal 18 Desember 2013)

Luas hasil klasifikasi daratan dan perairan pada setiap kondisi dapat dilihat pada tabel 4.3. pada tabel 4.3 dapat diketahui pada kondisi 1 telah terjadi pengurangan luas perairan sebesar 43,15 ha dari 1.199,03 ha menjadi 1.155,88 ha, pada kondisi 2 telah terjadi pengurangan luas perairan sebesar 21,55 ha dari 1.360,59 ha menjadi 1.339,04 ha, dan pada kondisi 3 telah terjadi pengurangan luas perairan 252,46 ha dari 2.153,26 ha menjadi 1.900,80 ha.

4.3 Luas Hasil Klasifikasi Daratan dan Perairan Pada setiap kondisi

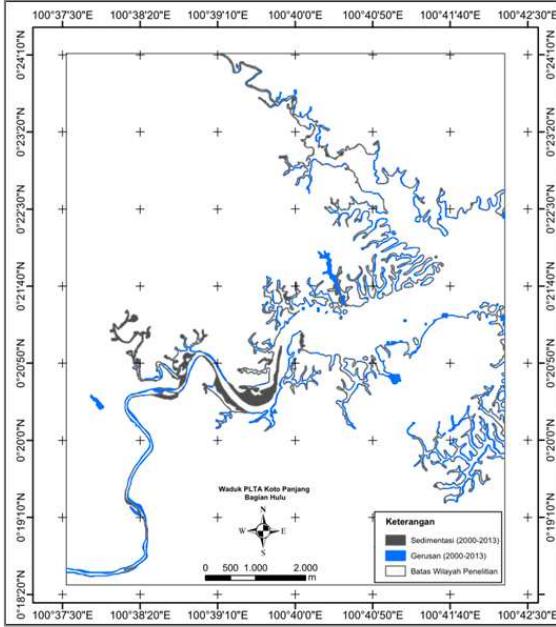
Kondisi	Landsat	Tanggal Perekaman	Elevasi Muka Saat Perekaman (m)	Selisih Elevasi (m)	Elevasi Muka Rerata Saat Perekaman (m)	Hasil Pendigitasian dan Pengklasifikasian		
						Luas Daratan (ha)	Luas Perairan (ha)	Perubahan Perairan (ha)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	L7	01-Sep-00	76,79	0,23	76,67	8.061,42	1.199,03	-43,15
	L8	11-Jul-13	76,55			8.104,57	1.155,88	
2	L7	09-Des-01	77,68	0,10	77,73	7.899,86	1.360,59	-21,55
	L8	16-Nov-13	77,78			7.921,41	1.339,04	
3	L7	09-Mar-00	79,81	0,11	79,75	7.107,18	2.153,26	-252,46
	L8	18-Des-13	79,69			7.359,65	1.900,80	

4.3.4 Identifikasi Luas Sedimentasi dan Gerusan Waduk

Identifikasi Sedimentasi dan Gerusan di hulu waduk PLTA Koto Panjang dilakukan dengan cara ditumpang susun (*overlay*) digitasi Citra pada setiap kondisi dengan warna abu-abu adalah sedimentasi dan warna biru adalah gerusan.

a) Kondisi 1

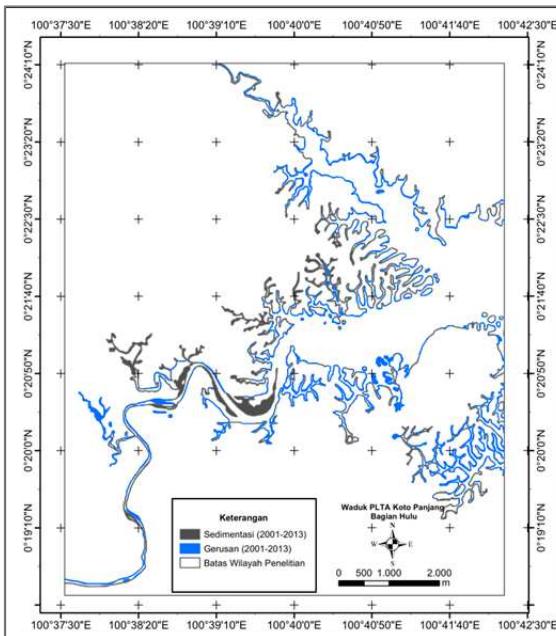
Gambar hasil *overlay* pada kondisi 1 dapat dilihat pada gambar 4.13 berikut.



Gambar 4.13 *Overlay* Digitasi Citra Perekaman Tanggal 01 September 2000 Dengan Perekaman Tanggal 11 Juli 2013

b) Kondisi 2

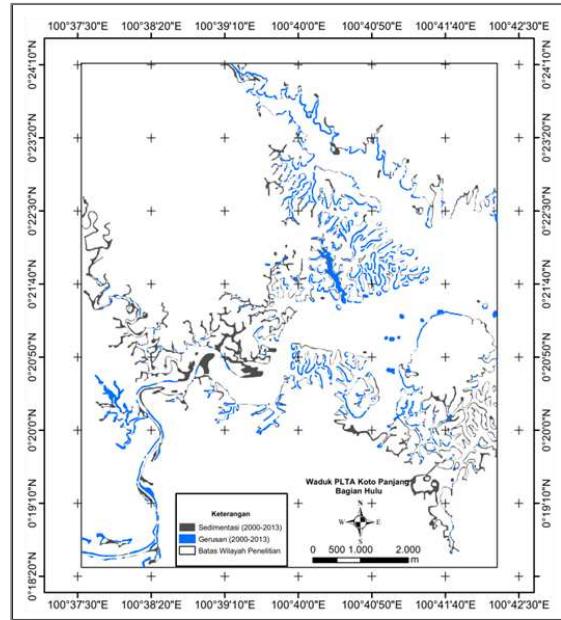
Gambar hasil *overlay* pada kondisi 1 dapat dilihat pada gambar 4.14 berikut.



Gambar 4.14 *Overlay* Digitasi Citra Perekaman Tanggal 09 Desember 2001 Dengan Tanggal 16 Nopember 2013

c) Kondisi 3

Gambar hasil *overlay* pada kondisi 1 dapat dilihat pada gambar 4.15 berikut.



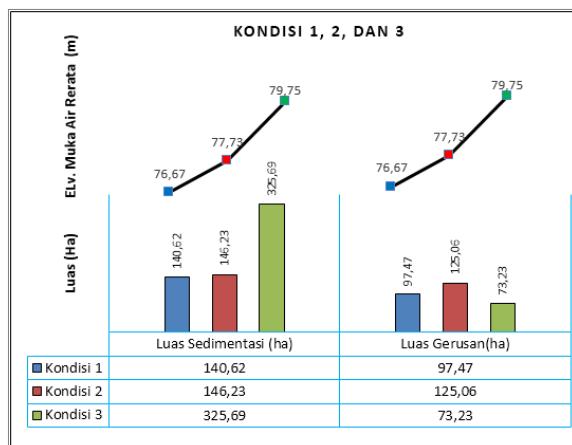
Gambar 4.15 *Overlay* Digitasi Citra Perekaman Tanggal 09 Maret 2000 dengan Tanggal 18 Desember 2013

Luas sedimentasi dan gerusan pada setiap kondisi dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut ini.

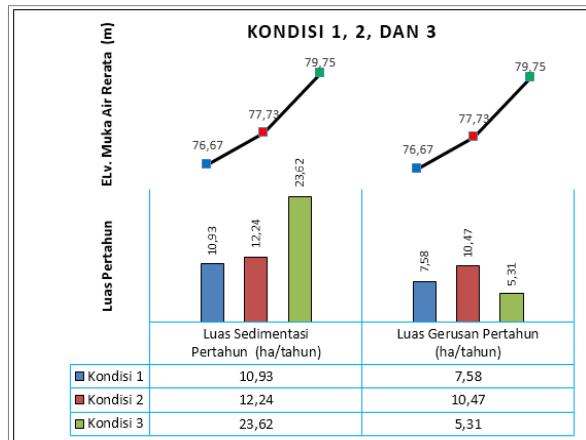
Tabel 4.3 Luas Sedimentasi Dan Gerusan Pada Setiap Kondisi

Kondisi	Landsat	Tanggal Perekaman	Elevasi Muka Saat Perekaman (m)	Selisih Elevasi (m)	Elevasi Muka Rerata Saat Perekaman (m)	Hasil Overlay Digitasi Citra Satelit Landsat			
						Luas Sedimentasi (ha)	Luas Gerusan (ha)	Luas Sedimentasi/tahun (ha/tahun)	Luas Gerusan/tahun (ha/tahun)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	L7	01-Sep-00	76,79	0,23	76,67	140,62	97,47	10,93	7,58
	L8	11-Jul-13	76,55						
2	L7	09-Des-01	77,68	0,10	77,73	146,23	125,06	12,24	10,47
	L8	16-Nov-13	77,78						
3	L7	09-Mar-00	79,81	0,11	79,75	325,69	73,23	23,62	5,31
	L8	18-Des-13	79,69						

Dari tabel 4.3 luas sedimentasi dan gerusan dapat ditampilkan dalam grafik pada gambar 4.16 dan gambar 4.17 berikut.



Gambar 4.16 Luas Sedimentasi dan Gerusan Pada Setiap Kondisi



Gambar 4.17 Tingkatan Luas Sedimentasi dan Gerusan Pertahun Pada Setiap Kondisi

Dari grafik pada gambar 4.16 dan 4.17 dapat di ketahui bahwa makin tinggi elvasi pada waduk, makin besar sedimentasi yang terjadi atau luas sedimentasi berbanding lurus dengan elevasi muka air waduk. Kondisi seperti ini bisa saja terjadi karena pengaruh kondisi topografi waduk. Kemiringan tebing waduk di elevasi yang tinggi memiliki kemiringan yang lebih landai dari pada kemiringan waduk pada elevasi yang rendah, sehingga jika dilihat dari atas, luas sedimentasi lebih besar pada elevasi yang tinggi dibandingkan pada elevasi yang rendah.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

- Pada kondisi 1 (elevasi muka air rerata 76,67 m) pada periode waktu dari tanggal 01 September 2000 sampai 11 Juli 2013 (12,87 tahun) telah terjadi sedimentasi dan gerusan berturut-turut sebesar 140,62 ha dan 97,47 ha, tingkat sedimentasi dan gerusan pertahunnya berturut-turut sebesar 10,95 ha/tahun dan 7,58 ha/tahun.
- Pada kondisi 2 (elevasi muka air rerata 77,73 m) pada periode waktu dari tanggal 09 Desember 2001 sampai 16 Nopember 2013 (11,95 tahun) telah terjadi sedimentasi dan gerusan berturut-turut sebesar 146,23 ha dan 125,06 ha, tingkat sedimentasi dan gerusan pertahunnya berturut-turut

- sebesar 12,24 ha/tahun dan 10,47 ha/tahun.
3. Pada kondisi 3 (elevasi muka air rerata 79,75 m) pada periode waktu dari tanggal 09 Maret 2000 sampai tanggal 18 Desember 2013 (13,79 tahun) telah terjadi sedimentasi dan gerusan berturut-turut sebesar 325,69 ha dan 73,23 ha, tingkat sedimentasi dan gerusan pertahunnya berturut-turut sebesar 23,62 ha/tahun dan 5,31 ha/tahun.
- ## 5.2 Saran
1. Disarankan kepada semua pihak untuk memperhatikan kondisi hutan di *catchment area* waduk Koto PLTA Panjang yang setiap tahunnya mengalami penurunan. Kondisi seperti ini akan mengakibatkan meningkatnya erosi pada lahan, bertambahnya sedimentasi dan berkurangnya daya tampung waduk, penurunan debit pada musim kemarau, dan terjadinya banjir besar pada musim penghujan.
 2. Penelitian selanjutnya disarankan mencoba membandingkan citra satelit landsat dengan citra satelit lain yang mempunyai resolusi spasial yang lebih baik seperti QuickBird yang mempunyai resolusi spasial 2,44 m sehingga hasil yang didapatkan lebih akurat. Kemudian disarankan untuk dilakukan penelitian di waduk PLTA Koto Panjang secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, M., Winarso, g., & Prayoga, T. (2011). *Kajian Perubahan Garis Pantai Menggunakan Data Satelit Landsat Di Kabupaten Kendal*. Peneliti Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, LAPAN.

Butler, K. (2013). *Band Combinations for Landsat 8*. <http://blogs.esri.com/esri/arcgis/2013/07/24/band-combinations-for-landsat-8/>, diakses 25 Februari 2013.

Geometrics Engineering Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2013. *Landsat 8 berhasil diluncurkan*. <http://www.geomatika.its.ac.id/>, diakses 20 Nopember 2013.

Hara. (2009). *Aplikasi Sistem Informasi Geografis Dalam Perencanaan Mengurangi Efek Pulau Panas Kota Medan*. Medan : Universitas Sumatera Utara.

Mulyadi, A. (2003). *Industri Listrik PLTA Kotopanjang Vs Permasalahan Lingkungan*. Pekanbaru: Jurnal Industri dan Perkotaan.

PT. PLN (Persero). (2013). *Data Elevasi Muka Air Unit PLTA Koto Panjang*. KIT Sumatera Bagian Utara Sektor KIT Pekanbaru Unit PLTA Koto Panjang.

Purwaningsih, R. (2013). *Kombinasi Band Untuk Landsat 8*. <http://tukangpeta.blogspot.com/2013/10/kombinasi-band-untuk-landsat-8.html>, diakses 25 Februari 2013.

Rafiuddin, A. (2012). *Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Kajian Bahaya dan Resiko Bencana Alam di Kota Bogor Berbasis Geomorfologi*. Skripsi Sarjana, Institut Pertanian Bogor.

Sugiarto, DP, 2013. *Landsat 8 : Spesifikasi, Keunggulan Dan Peluang Pemanfaatan Bidang Kehutanan.*
<http://tnrawku.wordpress.com/>, diakses 20 Nopember 2013.

United States Geological Survey. Earth Resources Observation and Science Center (EROS).
<http://glovis.usgs.gov/>, diakses 01 Nopember 2013.

Wahyudi., Jupantara, D. (2004). *Studi Simulasi Sedimentasi Akibat Pengembangan Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya.* Jurnal Teknologi Kelautan, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Kelautan, Institut Teknologi Surabaya.

Wijaya, A. (2006). *Aplikasi Data Landsat TM Terhadap Perubahan Garis Pantai Dan Penutupan Lahan Pantai Dikabupaten Rembang Bagian Timur.* Skripsi Sarjana, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.