

ANALISIS SEDIMENTASI DANAU RAWAPENING DENGAN MENGUNAKAN TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Agus Wuryanta dan Paimin

Peneliti pada Balai Penelitian Teknologi Kehutanan

Pengelolaan Daerah Aliran Sungai

Jl. A. Yani Pabelan. Kotak Pos 295. Solo.

Bpt.kpdas@gmail.com

ABSTRAK

Danau Rawa Pening menjadi salah satu prioritas penanganan permasalahan lingkungan hidup terkait dengan tingginya sedimentasi, hal tersebut disebabkan karena tingginya erosi dari lahan di Daerah Tangkapan Air (DTA) Danau Rawa Pening. Daerah Tangkapan Air Danau Rawapening dibagi menjadi 9 (sembilan) sub Daerah Aliran Sungai (sub DAS). Tujuan kajian adalah melakukan analisis sedimentasi Danau Rawa Pening dengan menggunakan teknologi Penginderaan Jauh (PJ) dan analisis erosi lahan pada wilayah DTA dengan menggunakan perangkat Sistem Informasi Geografis (SIG). Citra satelit yang digunakan untuk analisis sedimentasi Danau Rawa Pening adalah citra satelit Landsat Thematic Mapper/TM tahun perekaman 1992, 2003, 2006, dan 2009. Peta erosi potensial skala 1:100.000 tahun 1987 digunakan untuk mendapatkan informasi erosi di DTA. Informasi penutupan/penggunaan lahan diperoleh dari peta Rupa Bumi Indonesia skala 1:25.000 yang diperbaharui dengan citra satelit SPOT perekaman tahun 2006. Berdasarkan hasil analisis spektral citra landsat TM pada tubuh air di Danau Rawapening menunjukkan telah terjadi peningkatan nilai spektral pada kanal biru ($0,52\ \mu\text{m}$ – $0,60\ \mu\text{m}$) yang mengindikasikan adanya peningkatan sedimentasi (terutama dari Sub DAS Rengas dan Sub DAS Panjang). Berdasarkan peta erosi potensial, wilayah Sub DAS Panjang didominasi oleh tipe erosi potensial sedang (200 – 500 ton/ha/tahun) yaitu seluas 1991,26 ha dengan penutupan lahan dominan tegalan/lahan sayur seluas 1.706,15 ha. Di wilayah Sub DAS Rengas didominasi jenis erosi potensial sedang (200 – 500 ton/ha/tahun) yaitu seluas 1669,79 ha, didominasi oleh penutupan lahan tegalan/lahan sayur seluas 537,95 ha. Peningkatan sedimentasi di Danau Rawa Pening berasal dari erosi lahan di wilayah Sub DAS Rengas dan Panjang.

Kata kunci : Sedimentasi, Citra Satelit, dan SIG

ABSTRACT

Lake Rawa Pening is one of the priority handling of environmental issues associated with high sedimentation, it is caused by high erosion of land in water catchment area. Water catchment area of Lake Rawapening can be divided into nine sub watersheds. Purposes of the study are to analyze sedimentation of Lake Rawapening by using remote sensing technology and to analyze soil erosion on the water catchment area using Geographic Information System (GIS) tool. Landsat Thematic Mapper multitemporal images (the year of 1992, 2003, 2006, and 2009) recording are used to analyze sedimentation of Lake Rawa Pening. Information of soil erosion vulnerability can be obtained from potential soil erosion map scaled 1:100.000, landuse information is obtained from Indonesian Topographic Map scale of 1:25.000 as updated by using SPOT image (2006 recorded). Based on spectral analysis of landsat TM images on the water body of Lake Rawa Pening shows that spectral value of blue channel ($0.52\ \mu\text{m}$, $0.60\ \mu\text{m}$) tends to increase (mainly from Rengas and Panjang sub watershed). While potential erosion map analysis results Rengas and Panjang Sub Watershed is dominated by moderate potential erosion type (200 – 500 ton/ha/year). The area is dominated by unirrigated agricultural field/vegetable land.

Keywords : sedimentation, Remote Sensing Technology, and GIS

PENDAHULUAN

Sedimentasi di Danau Rawa Pening Kabupaten Semarang terus mengalami peningkatan dari 133,75 m³ pada tahun 1993 menjadi 149,22 m³ pada tahun 2003. Akibatnya daya tampung air Danau Rawa Pening menurun sekitar 16 juta m³ selama kurun waktu 28 tahun (1976 s/d 2004) yaitu dari 65 juta m³ menjadi 49 juta m³ (Kompas. 2009). Apabila tidak segera dilakukan upaya penyelamatan, eksistensi danau alami tersebut terancam dan diperkirakan pada tahun 2021 Rawapening akan berubah menjadi daratan. Salah satu penyebabnya adalah pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuan (daya dukung) lahan di Daerah Tangkapan Air (DTA) Danau Rawa Pening sehingga berakibat tingginya erosi yang selanjutnya terendapkan (sedimen) di danau tersebut. Daerah Tangkapan Air (DTA) Danau Rawa Pening terletak di bagian hulu Daerah Aliaran Sungai (DAS) Tuntang.

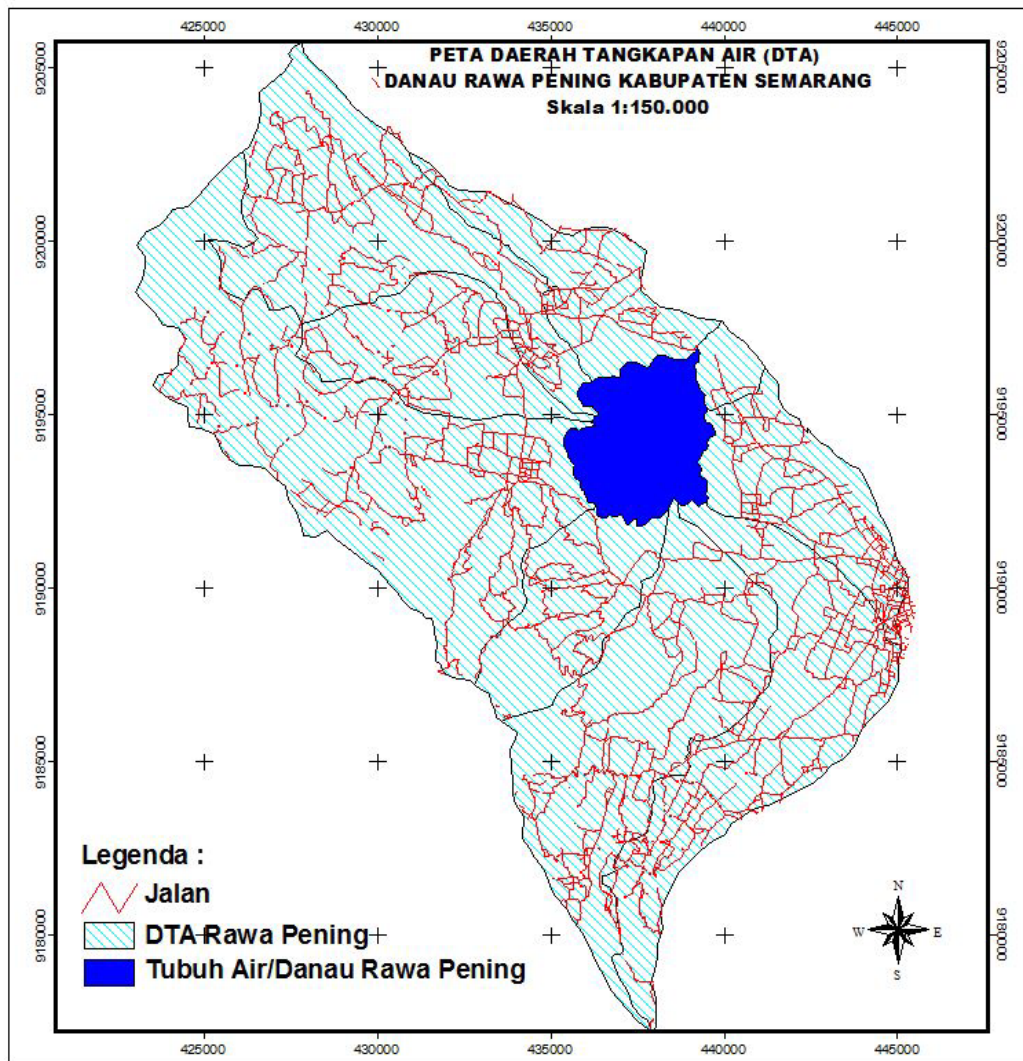
Ekosistem DAS bagian hulu merupakan bagian yang penting karena mempunyai fungsi perlindungan antarlain fungsi tata air terhadap seluruh bagian DAS (Asdak.1995). Aktivitas pemanfaatan lahan di wilayah DAS bagian hulu seperti konversi lahan hutan, pengolahan lahan yang tidak sesuai dengan daya dukung lahan mengakibatkan degradasi sumber daya lahan, meningkatnya erosi dan sedimentasi yang berdampak pada wilayah DAS di bawahnya dalam bentuk pendangkalan sungai, waduk, dan saluran irigasi (Wuryanta., 2011).

Tujuan kajian adalah untuk melakukan analisis peningkatan sedimentasi Danau Rawa Pening dengan pendekatan nilai spektral citra satelit dan melakukan identifikasi sumber erosi wilayah DTA Danau Rawa Pening.

BAHAN DAN METODE

A. Lokasi

Lokasi kajian terletak di DTA Rawapening. DTA Rawapening merupakan bagian hulu DAS Tuntang. Secara administratif Sebagian besar DTA Rawapening terletak di Kabupaten Semarang, dan secara geografis terletak pada koordinat 110°17' BT s/d 110°30' BT dan 7°5' LS s/d 7°25' LS. Lokasi kajian terdapat pada gambar 1.



Gambar 1. Lokasi kajian

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan untuk kegiatan kajian ini adalah

1. Peta – peta dasar, antara lain :
 - Peta RBI skala 1 : 25.000
 - Peta kontur, jaringan jalan dan jaringan sungai
 - Peta situasi dan administrasi.
 - Peta tanah
 - Peta erosi potensial skala 1:100.000
2. Citra satelit digital

- Citra satelit digital SPOT 2 perekaman 2006
 - Citra satelit Landsat Thematic Mapper (TM) tahun perekaman 1992, 2003, 2006, dan 2009
3. Alat tulis seperti pensil dan balpoint
 4. Kertas printer dan tinta warna (*cartridge*) untuk warna hitam, kuning, magenta dan cyan.

Sedangkan peralatan yang diperlukan antara lain :

1. Peralatan survei lapangan antara lain:
 - GPS (*Global Positioning System*)
2. Peralatan untuk pengolahan data digital dan SIG, antara lain
 - Perangkat keras (*hard ware*) berupa komputer
 - Perangkat lunak (*soft ware*) untuk analisis citra yaitu ErdasImagine versi 8.7, Ilwis 3.2, PC Arc/Info versi 3.4D plus dan ArcView 3.3 untuk analisa SIG. Untuk tabulasi diperlukan Exel, microsoft word dan DBASE IIPlus.

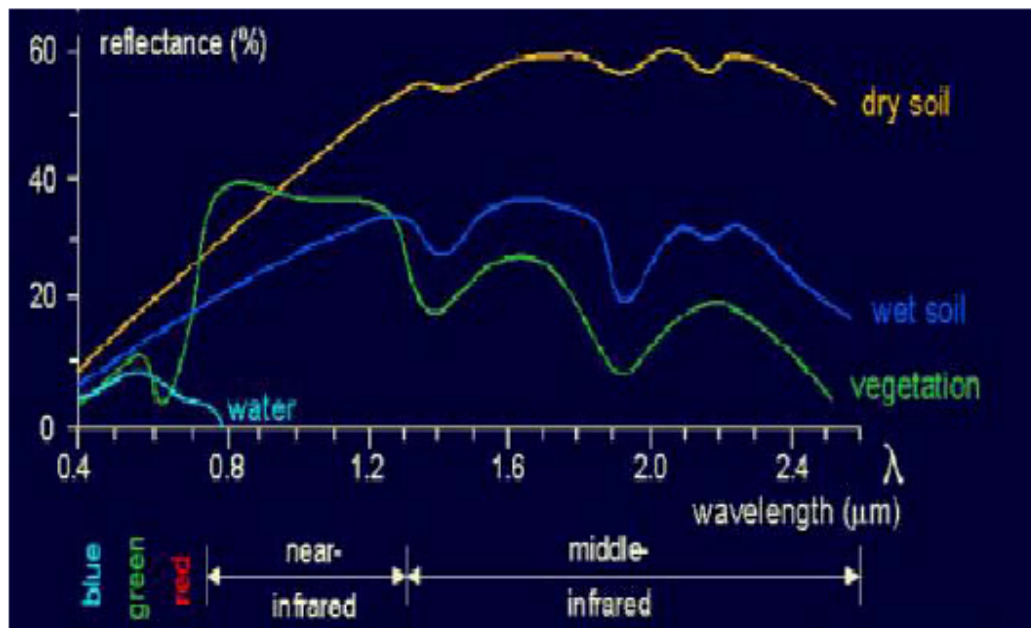
C. Metode

Citra satelit yang digunakan untuk analisis tingkat sedimentasi Rawapening adalah citra satelit Landsat 5 Thematic Mapper/TM (16 Juli 1992), citra landsat 7 Enhance Thematic Mapper Plus/ETM+ (perekaman 06 Mei 2003, 05 Agustus 2006, dan 06 Mei 2009). Citra Landsat 5 TM menggunakan 7 panjang gelombang, sedangkan citra Landsat 7 ETM+ menggunakan 8 panjang gelombang (Tabel 1).

Tabel 1. Nama dan Panjang Gelombang pada Landsat 5 TM dan Landsat 7 ETM+

Citra Landsat 5 TM			Citra Landsat 7 ETM+		
Panjang gelombang (µm)	Spektral	Resolusi Spasial (m)	Panjang gelombang (µm)	Spektral	Resolusi Spasial (m)
0,45 – 0,52	biru	30	0.45 - 0.51	biru	30
0,52 – 0,60	hijau	30	0.52 - 0.60	hijau	30
0.63 - 0.69	merah	30	0.63 - 0.69	merah	30
0,76 –0,90	inframerah dekat	30	0.76 - 0.90	inframerah dekat	30
1,55–1,75	inframerah tengah	30	1.55 - 1.75	inframerah sedang	30
10,40 –12,50	inframerah termal	120	10.4 - 12.5	inframerah thermal	60
2,08–2,35	inframerah tengah	30	2.08 - 2.35	inframerah sedang	30
			0.52 - 0.90	pankromatik	15

Pengenalan obyek pada citra dilakukan dengan menyidik (*tracing*) karakteristik spektral obyek yang tergambar pada citra penginderaan jauh. Obyek yang banyak memantulkan dan memancarkan tenaga elektromagnetik ke sensor akan tampak cerah (nilai kecerahannya tinggi). Sedangkan obyek yang sedikit memantulkan tenaga dan banyak menyerap tenaga elektromagnetik akan tampak gelap pada citra (Sutanto, 1986). Respon spektral obyek (tanah/soil, vegetasi/vegetation, dan air/water) terhadap tenaga elektromagnetik diilustrasikan pada gambar 2.



Gambar 2. Kurva spektral obyek (Tubuh air, Tanah dan Vegetasi) (*University of Concepcion, 2003 dalam Berrios, 2004*)

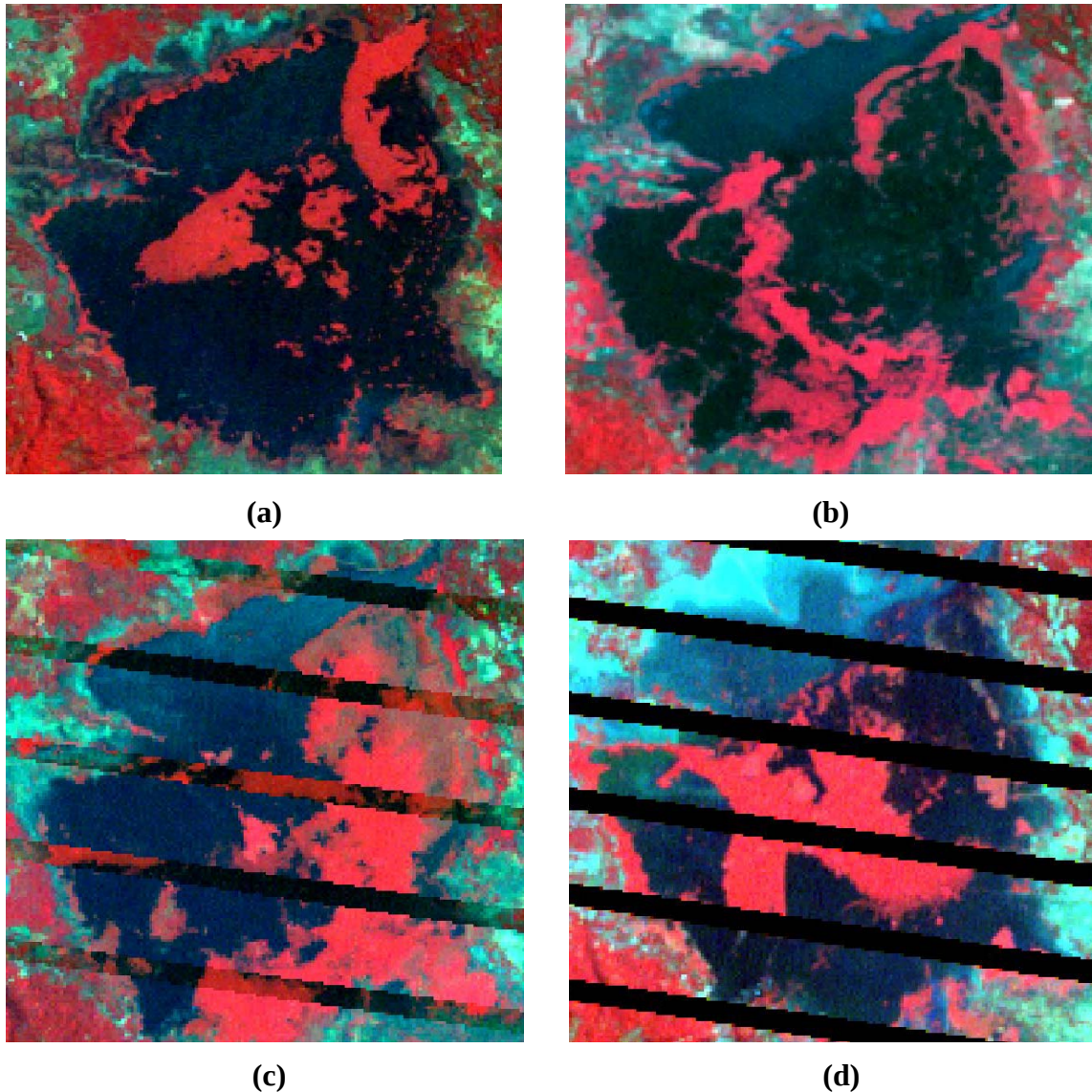
Berdasarkan gambar 2. Panjang gelombang 0,4 – 0,6 μm (spektral biru) memiliki kepekaan yang tinggi terhadap tubuh air yang berarti bahwa nilai spektralnya tinggi. Oleh karena itu analisis sedimentasi yang tercermin dari tingkat kekeruhan air didekati dengan perubahan nilai spektral pada panjang gelombang 0,4 – 0,6 μm (spektral biru)

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Sedimen Melalui Spektral Citra Satelit

Untuk analisis tingkat sedimentasi di Rawa Pening digunakan 3 spektral (baik pada citra Landsat 5 TM maupun citra Landsat 7 ETM+) yaitu spektral biru, merah, dan inframerah dekat. Ketiga spektral tersebut digunakan untuk membuat citra komposit

warna semu (*false colour composite*) dengan komposisi spektral inframerah dekat pada kanal (band) merah, spektral merah pada kanal hijau, dan spektral hijau pada kanal biru (gambar 3).



Gambar 3. (a) Citra Landsat 5 TM (16 Juli 1992) – (b) Citra Landsat 7 ETM+ (06 Mei 2002) – (c) Citra Landsat 7 ETM+ (05 Agustus 2006) – (d) Citra Landsat 7 ETM+ (06 Mei 2009)

Berdasarkan hasil analisis nilai spektral pada koordinat sampel pada citra satelit landsat menunjukkan terjadinya peningkatan nilai spektral tubuh air di Danau Rawa Pening. Peningkatan nilai tersebut terutama berasal dari sungai Gajahbarong dan Durangrang (Sub DAS Rengas) serta sungai Panjang dan Torong (Sub DAS Panjang). Sungai – sungai tersebut bermuara di Danau Rawa Pening. Peningkatan nilai tersebut

mengindikasikan terjadinya peningkatan kekeruhan air oleh partikel tanah hasil erosi dari wilayah Sub DAS Panjang dan Sub DAS Rengas yang terbawa oleh keempat sungai tersebut dan diendapkan di Danau Rawa Pening. Koordinat – koordinat sampel dan nilai spektral pada masing – masing citra satelit landsat pada tabel 2.

Tabel 2. Koordinat – koordinat titik sampel dan nilai spektral

No	Koordinat		Nilai Spektral citra Landsat											
			1992			2003			2006			2009		
	x	y	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
Sub DAS Rengas (S.Gajahbarong dan S. Durangrang)														
1	438.136,42	9.196.298,40	0	24	17	0	69	80	0	100	133	16	147	191
2	437.349,95	9.196.060,98	0	34	27	0	64	80	0	80	133	13	85	60
5	438.255,13	9.196.209,37	0	24	17	0	59	64	0	111	33	42	69	127
Rerata			0,0	27,3	20,3	0,0	64,0	74,7	0,0	97,0	99,7	23,7	100,3	126,0
Sub DAS Panjang (S.Panjang dan S. Torong)														
3	436.103,46	9.195.497,09	0	17	54	0	41	49	0	58	115	26	113	160
4	437.068,00	9.195.393,22	0	34	54	0	59	80	0	46	106	13	85	111
6	436.993,81	9.195.333,86	0	24	54	0	36	64	0	46	83	16	85	127
Rerata			0,0	25,0	54,0	0,0	45,3	64,3	0,0	50,0	101,3	18,3	94,3	132,7
Sub DAS Gajah (S. Gajah dan S. Klegung)														
7	435.554,42	9.194.488,03	0	34	64	0	27	26	0	58	88	19	103	111
8	436.162,82	9.194.220,93	0	17	54	0	50	50	0	15	74	13	85	94
9	435.910,55	9.193.434,46	0	17	33	0	27	27	0	35	83	29	25	74
Rerata			0	22,67	50,333	0	34,67	34,33	0	36	81,67	20,3	71	93
Sub DAS Legi (S. Legi dan S. Jenggul)														
10	436.207,34	9.193.286,07	0	17	33	0	27	27	0	20	74	16	16	14
11	436.459,60	9.192.351,20	0	24	17	0	24	24	0	31	83	13	34	47
12	437.379,62	9.193.894,47	0	6	27	0	41	41	0	20	83	13	34	47
Rerata			0,0	15,7	25,7	0,0	30,7	30,7	0,0	23,7	80,0	14,0	28,0	36,0
Sub DAS Ringin (S. Tapen, Kali Tengah, dan S.Ngreco)														
13	439.264,19	9.193.894,47	0	24	0	0	59	59	70	85	115	16	42	80
14	439.442,26	9.194.102,22	0	17	33	36	83	83	0	80	83	19	42	80
15	438.952,57	9.195.957,10	0	17	6	0	36	36	12	107	115	36	51	80
Rerata			0	19	13	12	59	59	27	91	104	24	45	80

Keterangan :

R (Red) untuk spektral infra merah dekat (0,76 – 0,90 um).

G (Green) untuk spektral merah (0,63 – 0,69 um).

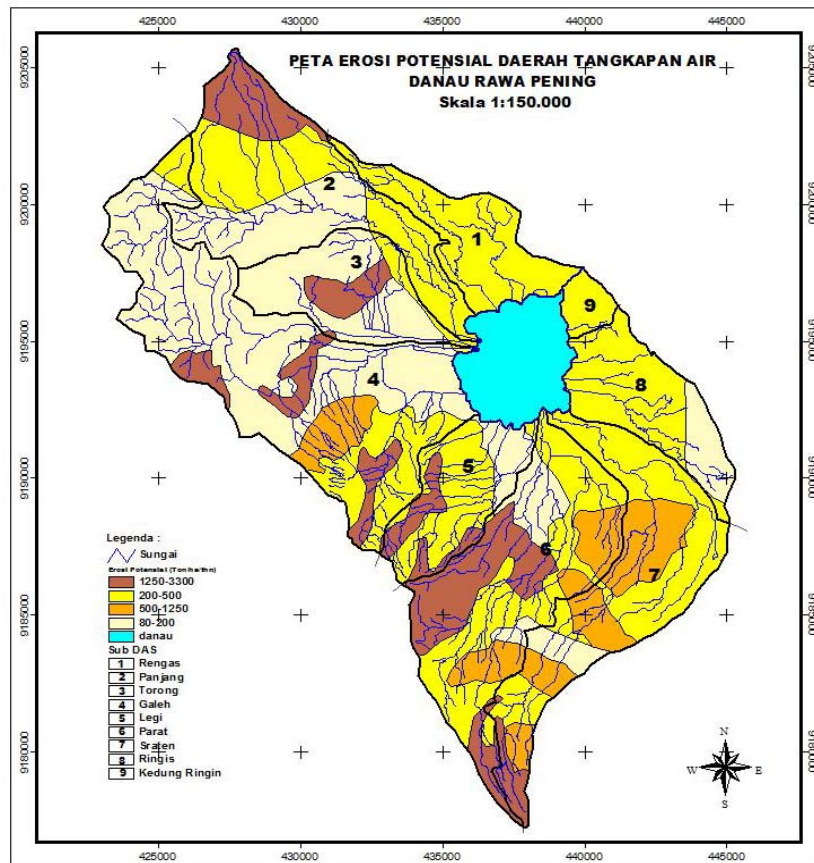
B (Blue) untuk spektral hijau (0,52 – 0,60 um).

B. Analisis Penggunaan Lahan dan Erosi Potensial

Informasi erosi potensial diperoleh dari peta erosi potensial DAS Tuntang skala 1:100.000 (gambar 4.). Berdasarkan pada peta tersebut, terdapat 4 (empat) jenis erosi potensial di DTA Danau Rawa Pening yaitu ringan – sedang (80 -200 ton/ha/th), sedang (200 – 500 ton/ha/th), sedang – berat (500 – 1250 ton/ha/th), dan berat (1250 – 3300 ton/ha/th). Di wilayah DTA Danau Rawa Pening jenis erosi potensial sedang (200 - 500 ton/ha/th) menempati areal paling luas yaitu 11.803,21 ha atau sekitar 41,57 % dari total luas DTA (28.388,41 ha). Jenis erosi potensial berat (1250 – 3300 ton/ha/th) yang menempati areal paling luas yaitu 1.372,73 ha terdapat di Sub DAS Parat (tabel 3).

Tabel 3. Erosi potensial masing – masing sub DAS di DTA Danau Rawa Pening

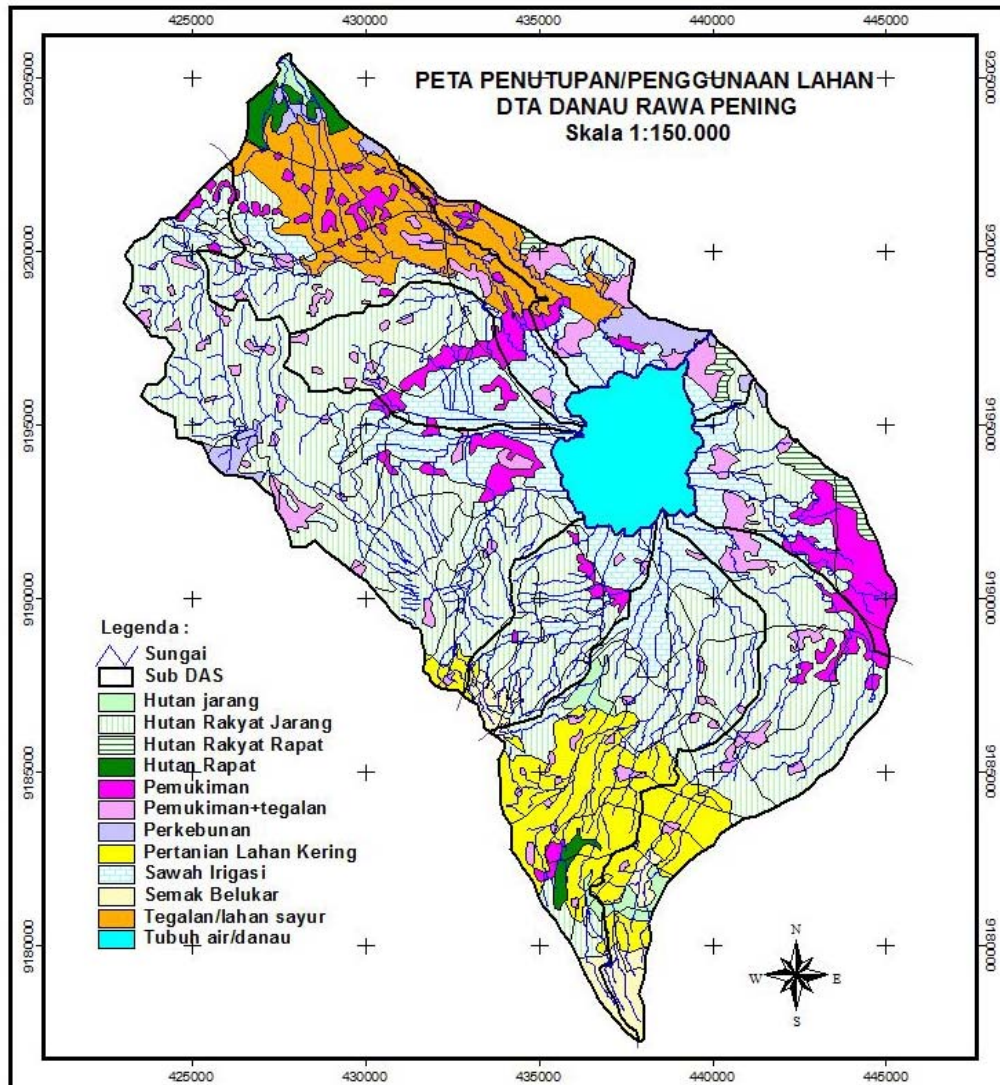
No.	Sub DAS	Erosi Potensial (ton/ha/th)				Tubuh Air	Total
		Berat	Ringan-sedang	Sedang	Sedang-Berat		
		1250 - 3300	80 - 200	200 - 500	500 - 1250		
1	Galeh	701,22	4.376,91	1.226,52	465,49	0,00	6.770,14
2	Legi	397,02	352,00	1.036,56	0,00	0,00	1.785,58
3	Panjang	694,70	1.351,02	1.991,26	0,00	0,00	4.036,98
4	Parat	1.372,73	532,66	1.865,68	744,23	0,00	4.515,29
5	Rengas	2,74	0,17	1.669,79	0,00	0,00	1.672,70
6	Sraten	226,70	255,84	2.052,61	1.319,75	0,00	3.854,89
7	Torong	349,77	1.467,57	186,51	0,00	0,00	2.003,85
8	Ringis Kedung	0,00	457,23	1.446,41	0,00	0,00	1.903,64
9	Ringin	0,00	0,00	327,87	0,00	0,00	327,87
10	Danau	0,00	0,00	0,00	0,00	1.517,46	1.517,46
Total		3.744,88	8.793,40	11.803,21	2.529,46	1.517,46	28.388,41



Gambar 4. Peta erosi potensial

Penutupan/penggunaan lahan merupakan salah satu faktor penting didalam perencanaan pengelolaan DAS. Oleh karena itu informasi yang akurat dan terkini (*up todate*) mengenai penutupan/penggunaan lahan sangat diperlukan. Informasi

penutupan/penggunaan lahan di DTA Danau Rawa Pening diperoleh dari peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) skala 1:25.000 dan telah di up date dengan menggunakan citra satelit SPOT perekaman tahun 2006 serta pengecekan lapangan dilakukan pada tahun 2011. Peta penutupan/penggunaan lahan DTA Danau Rawa Pening disajikan pada gambar 5.



Gambar 5. Peta penutupan/penggunaan lahan

Penutupan/penggunaan lahan di DTA Danau Rawa Pening terdiri dari dua belas kelas yaitu hutan jarang, hutan rakyat jarang, hutan rakyat rapat, hutan rapat, pemukiman, pemukiman/tegalan, perkebunan, pertanian lahan kering, sawah irigasi, semak belukar, tegalan/lahan sayur, dan tubuh air/danau (tabel 4). Penutupan/penggunaan lahan di lokasi kajian didominasi oleh hutan rakyat jarang yaitu seluas 12.661,65 ha. Sedangkan tegalan/lahan sayur yang diduga sebagai sumber erosi

menempati areal seluas 2.247,17 ha yang sebagian besar terletak di Sub DAS Panjang (1.706,15 ha), Sub DAS Rengas (537,95 ha), dan Sub DAS Galeh (3,07 ha).

Tabel 4. Luas penutupan/penggunaan lahan di DTA Rawa Pening

No.	Penggunaan Lahan	Sub DAS (ha)									Danau	Total
		Galeh	Legi	Panjang	Parat	Rengas	Sraten	Torong	Ringis	Kedung Ringin		
1	Hutan jarang	0,00	0,16	69,34	147,73	0,00	107,58	0,00	0,00	0,00	0,00	324,81
2	Hutan Rakyat Jarang	4.912,82	1.127,99	958,76	1.825,86	162,19	2.018,97	1.108,43	491,58	55,05	0,00	12.661,65
3	Hutan Rakyat Rapat	0,00	0,00	0,00	0,00	34,40	0,00	0,00	180,07	67,52	0,00	281,98
4	Hutan Rapat	0,00	0,00	224,46	87,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	312,45
5	Pemukiman	281,27	78,19	343,04	47,14	101,71	210,92	216,57	574,03	0,00	0,00	1.852,87
6	Pemukiman+tegalan	323,47	16,11	198,32	138,55	239,88	235,21	68,14	133,38	99,82	0,00	1.452,87
7	Perkebunan	131,00	0,00	92,69	0,00	218,62	0,00	0,00	13,58	24,41	0,00	480,30
8	Pertanian Lahan Kering	99,70	22,58	0,00	1.549,57	0,00	745,72	0,00	0,00	0,00	0,00	2.417,58
9	Sawah Irigasi	1.018,81	421,00	444,22	604,58	377,95	240,38	610,71	511,00	81,09	0,00	4.309,73
10	Semak Belukar	0,00	119,54	0,00	113,88	0,00	296,13	0,00	0,00	0,00	0,00	529,55
11	Tegalan/lahan sayur	3,07	0,00	1.706,15	0,00	537,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.247,17
12	Tubuh air/danau	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.517,46	1.517,46
	Total	6.770,14	1.785,58	4.036,98	4.515,29	1.672,70	3.854,89	2.003,85	1.903,64	327,87	1.517,46	28.388,41

KESIMPULAN

1. Hasil analisis spektral citra Landsat, nilai spektral pada tubuh air Danau Rawa cenderung mengalami peningkatan (terutama muara sungai Gajahbarong dan Durangrang (Sub DAS Rengas) serta sungai Panjang dan Torong (Sub DAS Panjang) hal tersebut mengindikasikan terjadinya peningkatan sedimentasi.
2. Penutupan/penggunaan lahan di wilayah Sub DAS Panjang dan Rengas didominasi oleh tegalan/lahan sayur.

DAFTAR PUSTAKA

- _____.2009. *Rawa Pening. Kampung itu Berubah Menjadi Rawa*. Kompas, 10 Juni 2009.
- Adak, Chay. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press.Yogyakarta.
- Sutanto, 1986. *Penginderaan Jauh Jilid I*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Wuryanta, Agus.2010. *Pemanfaatan Citra Landsat 7ETM+ dan Sistem Informasi Geografis untuk Identifikasi Kerusakan Lahan Daerah Aliran Sungai Tuntang Hulu*. Prosiding Seminar Nasional dan Workshop Pengelolaan Sungai terpadu Menghadapi Perubahan Iklim. Center for River Basin Organizations and Management dan Balai Sungai, Puslitbang Sumber Daya Air. Surakarta, 24 – 25 November 2010.