

IDENTIFIKASI ZONA KONSERVASI DI KAWASAN HULU SUNGAI SEMANTOK, KAB. NGANJUK

Lisma Safitri⁽¹⁾, Sentot Purboseno⁽¹⁾, Nuraeni Dwi Dharmawati⁽¹⁾

⁽¹⁾Institut Pertanian Stiper, Yogyakarta,

Email : lisma.safitri86@gmail.com

Pembangunan bendungan Semantok yang berlokasi di Dusun Kedungpingit Desa Sambikerep Kecamatan Rejoso, Kab. Nganjuk, Jawa Timur akan segera dilaksanakan. Bendungan semantok dibangun pada daerah tangkapan air dengan luas 54,03 km² dengan panjang sungai 18,19 km. Ketersediaan air dari hulu sungai Semantok serta umur teknis bendungan Semantok akan sangat dipengaruhi oleh kondisi hulu sungan Semantok. Perubahan penggunaan lahan di kawasan hulu Sungai Semantok akan berpengaruh pada kemampuan lahan dalam menahan air yang berimplikasi pada dua hal yaitu menurunnya tingginya debit air sungai semantok selama musim hujan dan sebaliknya rendahnya suplai air di sungai semantok selama musim kemarau. Oleh karena itu, sebagai upaya menjaga ketersediaan air serta umur teknis bendungan semantok agar sesuai yang direncanakan, perlu dilakukan upaya konservasi di kawasan hulu sungai Semantok. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kondisi tata guna lahan DTA waduk semantok yang memiliki tingkat erosi tinggi serta menentukan berbagai metode konservasi tanah dan air yang dapat diterapkan. Berdasarkan interpretasi citra pada DTA Semantok, dapat diketahui bahwa terdapat 4 zona yang mengalami perubahan antara lain sebagai berikut : Zona 1 merupakan bagian hilir sungai semantok seluas 4.84 Ha dimana terjadi perubahan tata guna lahan hutan menjadi perkebunan jagung, Zona 2 merupakan bagian hilir sungai semantok seluas 10 Ha dimana terjadi perubahan tata guna lahan hutan menjadi perkebunan jati, Zona 3 merupakan bagian hulu dusun Kedungnyo seluas 9.4 Ha dimana terjadi perubahan tata guna lahan hutan menjadi perkebunan jati serta Zona 4 merupakan bagian hulu DTA semantok seluas 123 Ha dimana terjadi perubahan tata guna lahan hutan menjadi perkebunan jagung. Berdasarkan analisa laju erosi dengan metode USLE, diketahui bahwa terjadi peningkatan laju erosi dari 4.06 mm/tahun pada 2001 menjadi 7.14 pada 2017. Dengan analisis mock model dan SDR (*Sediment Delivery Ratio*) maka diperoleh identifikasi laju infiltrasi dan erosi pada tiap zona konservasi adalah sebagai berikut : Zona 1 memiliki laju infiltrasi sebesar 9.09 cm/ jam dengan kriteria sedang serta terjadi perubahan laju erosi dari 59 ton/ha dengan kategori sedang pada 2001 menjadi 587 ton/ha pada 2012 dengan kategori berat, Zona 2 memiliki laju infiltrasi sebesar 11.14 cm/ jam dengan kriteria sedang serta terjadi perubahan laju erosi dari 206 ton/ha dengan kategori sedang pada 2001 menjadi 2056 ton/ha pada 2012 dengan kategori berat, Zona 3 memiliki laju infiltrasi sebesar 11.43 cm/ jam dengan kriteria sedang serta terjadi perubahan laju erosi dari 59 ton/ha dengan kategori sedang pada 2001 menjadi 587 ton/ha pada 2012 dengan kategori berat serta Zona 4 memiliki laju infiltrasi sebesar 29.98 cm/ jam dengan kriteria sedang serta terjadi perubahan laju erosi dari 59 ton/ha dengan kategori sedang pada 2001 menjadi 587 ton/ha pada 2012 dengan kategori berat.

Kata kunci : laju erosi, sedimentasi, Semantok, zona konservasi, daerah tangkapan air

1. Latar Belakang

Pembangunan bendungan Semantok yang berlokasi di Dusun Kedungpingit Desa Sambikerep Kecamatan Rejoso, Kab. Nganjuk, Jawa Timur akan segera dilaksanakan. Bendungan semantok dibangun pada daerah tangkapan air dengan luas 54,03 km² dengan panjang sungai 18,19 km. Ketersediaan air dari hulu sungai Semantok serta

umur teknis bendungan Semantok akan sangat dipengaruhi oleh kondisi hulu sungan Semantok. Perubahan penggunaan lahan di kawasan hulu Sungai Semantok akan berpengaruh pada kemampuan lahan dalam menahan air yang berimplikasi pada dua hal yaitu menurunnya tingginya debit air sungai semantok selama musim hujan dan sebaliknya rendahnya suplai air di sungai semantok selama musim kemarau.

Tingginya debit air sungai Semantok selama musim hujan juga dipengaruhi oleh tingginya aliran limpasan di sekitar kawasan hulu sungai yang menyebabkan peningkatan laju erosi di kawasan tersebut. Laju erosi yang tinggi akibat tata guna lahan dengan kondisi impervious zone (lahan yang tidak mampu meresapkan air) akan mempercepat penumpukan sedimentasi di waduk Semantok yang mengakibatkan penurunan umur teknis bendungan Semantok. Selain itu, rendahnya debit air di sepanjang sungai Semantok selama musim kemarau dapat mengakibatkan ketersediaan air untuk suplai bendungan semantok tidak tercukupi.

Oleh karena itu, sebagai upaya menjaga ketersediaan air serta umur teknis bendungan semantok agar sesuai yang direncanakan, perlu dilakukan upaya konservasi di kawasan hulu sungai Semantok. Kegiatan konservasi perlu dilakukan sesuai dengan kondisi tata guna lahan yang ada. Secara umum, ada tiga jenis metode konservasi tanah dan air antara lain konservasi teknis, vegetasi dan kimiawi. Masing-masing metode konservasi memiliki persyaratan dan prosedur teknis sendiri dalam implementasinya. Untuk itu perlu dilakukan studi metode konservasi yang tepat untuk diaplikasikan pada tata guna lahan yang bervariasi. Studi konservasi daerah tangkapan air waduk Semantok Kabupaten Nganjuk dilakukan dengan tujuan:

- a. Mengetahui kondisi tata guna lahan DTA waduk semantok yang memiliki tingkat erosi tinggi
- b. Menganalisis berbagai metode konservasi tanah dan air yang dapat diterapkan untuk menurunkan laju erosi tanah

Penentuan erosi yang terjadi di Daerah Aliran Sungai (DAS) ditentukan dengan menggunakan model USLE (Universal Soil Loss Equation) yang dikembangkan oleh Wichmeier dan Smith (1978). Erosi merupakan hasil perkalian kelima faktor tersebut diatas yang secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

dimana:

A = Jumlah tanah tererosi (ton/ha/th)

R = Faktor erosivitas hujan

K = Faktor erodibilitas tanah

LS = Faktor panjang dan kemiringan lereng

C = Faktor penutupan lahan

P = Faktor pengelolaan lahan

Cara penentuan faktor-faktor erosi tersebut adalah sebagai berikut:

Erosivitas Hujan (R)

Erosivitas hujan atau faktor hujan dan limpasan, yakni jumlah satuan indeks erosi hujan yang merupakan perkalian antara energi kinetik hujan total (E) dengan intensitas hujan maksimal (I_{30}). Faktor tersebut, E dan I_{30} selanjutnya dapat ditulis sebagai EI_{30} . Bols (1978, dalam Arsyad, 2010), menghitung EI_{30} dengan menggunakan data hujan harian, hari hujan, dan hujan bulanan yang terbatas pada daerah pulau Jawa dan Madura (daerah tropis). Apabila menggunakan data hujan bulanan persamaan tersebut ditulis dengan:

$$R_m = 6,119(H_b)^{1,211} \times (\text{Hari Hujan})^{-0,474} \times (\text{Max Hb})^{0,53}$$

dimana:

R_m = Erosivitas curah hujan bulanan (KJ/ha)

H_b = Jumlah curah hujan bulanan (cm)

Hari Hujan = Jumlah hari hujan bulanan pada bulan tertentu

Max Hb = Curah hujan harian maksimal pada bulan tertentu (cm)

Erodibilitas Tanah (K)

Erodibilitas merupakan ketidaksanggupan tanah untuk menahan pukulan butir-butir hujan. Tanah yang mudah tererosi pada saat dipukul oleh butir-butir hujan mempunyai erodibilitas yang tinggi. Erodibilitas dapat dipelajari hanya kalau terjadi erosi. Erodibilitas dari berbagai macam tanah hanya dapat diukur dan dibandingkan pada saat terjadi hujan.

Tanah yang mempunyai erodibilitas tinggi akan tererosi lebih cepat, bila dibandingkan dengan tanah yang mempunyai erodibilitas rendah. Erodibilitas tanah merupakan ukuran kepekaan tanah terhadap erosi, dan hal

ini sangat ditentukan oleh sifat tanah itu sendiri, khususnya sifat fisik dan kandungan mineral litanya.

Faktor kepekaan tanah juga dipengaruhi oleh struktur dan teksturnya, dan semakin kuat bentuk agregasi tanah dan semakin halus butir tanah, maka tanahnya tidak mudah lepas satu sama lain sehingga menjadi lebih tahan terhadap pukulan air hujan. Erodibilitas tanah dapat ditentukan dengan menggunakan Nomogram. Nilai K untuk beberapa jenis tanah yang ada di Indonesia telah dikeluarkan oleh Dinas RLKT, Departemen Kehutanan dan juga hasil analisa laboratorium untuk menduga besarnya nilai erodibilitas tanah pada beberapa jenis tanah di Indonesia.

Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Dari penelitian-penelitian yang telah ada, dapat diketahui bahwa proses erosi dapat terjadi pada lahan dengan kemiringan lebih dari 2%. Derajat kemiringan lereng sangat penting, karena kecepatan air dan kemampuan untuk memecah/melepas dan mengangkut partikel-partikel tanah tersebut akan bertambah besar secara eksponensial dari sudut kemiringan lereng.

Menurut Wichmeier dan Smith (1978) menyatakan bahwa nilai faktor LS dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

Untuk kemiringan lereng lebih kecil 20% (kemiringan matriks):

$$LS = L/100 (1,38 + 0,965 S + 0,138 S^2)$$

Untuk kemiringan lereng lebih besar 20% :

$$LS = \left(\frac{L}{22,1}\right) 0,6 \times \left(\frac{S}{9}\right) 1,4$$

Dimana :

L = panjang lereng (m)

S = kemiringan lereng (%)

Nilai faktor LS sama dengan 1 jika panjang lereng 22 meter dan kemiringan lereng 9 %. Panjang lereng dapat diukur pada peta topografi, tetapi untuk menentukan batas awal dan ujung dari lereng tersebut mengalami kesukaran.

Atas dasar pengertian bahwa erosi dapat terjadi dengan adanya run off (overland flow) maka panjang lereng dapat diartikan sebagai panjang lereng overland flow. Berikut adalah tabel penilaian kelas kelerengan (LS) berdasarkan Petunjuk Pelaksanaan Penyusunan RTL – RLKT Jakarta (1986) dalam Rencana Teknolapangan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah.

Faktor Konservasi dan Pengelolaan Tanaman

Faktor pengelolaan tanaman dapat diartikan sebagai rasio tanah yang tererosi pada suatu jenis tanah dengan vegetasi penutup tertentu, yang meliputi:

1. Faktor Indeks Konservasi Tanah (Faktor P). Nilai indeks konservasi tanah dapat diperoleh dengan membagi kehilangan tanah dari lahan yang diberi perlakuan pengawetan, terhadap tanah tanpa pengawetan.
2. Faktor indeks pengelolaan tanaman (C) merupakan angka perbandingan antara erosi dari lahan yang ditanami sesuatu jenis tanaman dan pengelolaan tertentu dengan lahan serupa dalam kondisi dibajak tetapi tidak ditanami.
3. Faktor Indeks Pengelolaan Tanaman dan Konservasi Tanah (Faktor CP). Jika faktor C dan P digabung menjadi faktor CP.

Klasifikasi Kelas Erosi dengan Arc GIS

Perangkat lunak Arc-GIS digunakan untuk memetakan dan menghitung luas tingkat kelas erosi di DAS. Metode yang digunakan adalah overlay, skoring dan pembobotan. Dari hasil pemetaan tingkat kelas erosi dapat diidentifikasi lahan-lahan yang perlu dilakukan tindakan konservasi. Pemetaan kelas erosi dengan Arc-GIS dibutuhkan peta jenis tanah, peta isohyt, peta topografi, dan peta tata guna lahan terbaru.

Sedimentasi potensial adalah proses pengangkutan sedimen hasil dari proses erosi potensial untuk diendapkan di

jaringan irigasi dan lahan persawahan atau tempat-tempat tertentu. Tidak semua sedimen yang dihasilkan erosi aktual menjadi sedimen, dan ini tergantung dari nisbah antara volume sedimen hasil erosi aktual yang mampu mencapai aliran sungai dengan volume sedimen yang bisa diendapkan dari lahan di atasnya (SDR = Sedimen Delivery Ratio). Nilai SDR ini tergantung dari luas DPS, yang erat hubungannya dengan pola penggunaan lahan. Dan dapat dirumuskan dalam suatu hubungan fungsional, sebagai berikut :

$$SDR = \frac{S (1 - (0,8683 A^{-0,2018}))}{2 (S + 50 n)} + 0,8683 A^{-0,2018}$$

dimana :

SDR = Nisbah Pelepasan Sedimen, nilainya $0 < SDR < 1$

A = Luas DPS (Ha)

S = Kemiringan lereng rata-rata permukaan DAS (%)

n = koefisien kekasaran manning

Pendugaan laju sedimen potensial yang terjadi di suatu DAS dihitung dengan persamaan Weischmeier dan Smith, 1978 sebagai berikut :

$$S\text{-pot} = E\text{-Akt} \times SDR$$

dimana :

SDR = *Sedimen Delivery Ratio*

S-pot = Sedimentasi potensial

E-Akt = Erosi aktual

Selanjutnya untuk simulasi ketersediaan air di sungai dapat dilakukan dengan pendekatan model Mock berdasarkan data curah hujan (Nurrochmad et al 1998). Model mock merupakan model hujan-aliran yang relatif sederhana dan telah dikembangkan dan banyak diterapkan di Indonesia untuk memperkirakan data aliran terutama untuk interval waktu yang cukup panjang seperti dua mingguan atau bulanan (Nurrochmad et al 1998, Purboseno 2017, Purboseno 2015). Tahapan perhitungan simulasi ketersediaan air dengan model Mock terdiri dari :

$$QRO = (DRO_{(t)} + BF_{(t)}) A$$

$$DRO_{(t)} = WS_{(t)} - I_{(t)}$$

$$BF_{(t)} = I_{(t)} - \Delta V_{(t)}$$

dimana :

Q : debit sungai (m³/dt)

BF_(t) : aliran dasar (m³/dt)

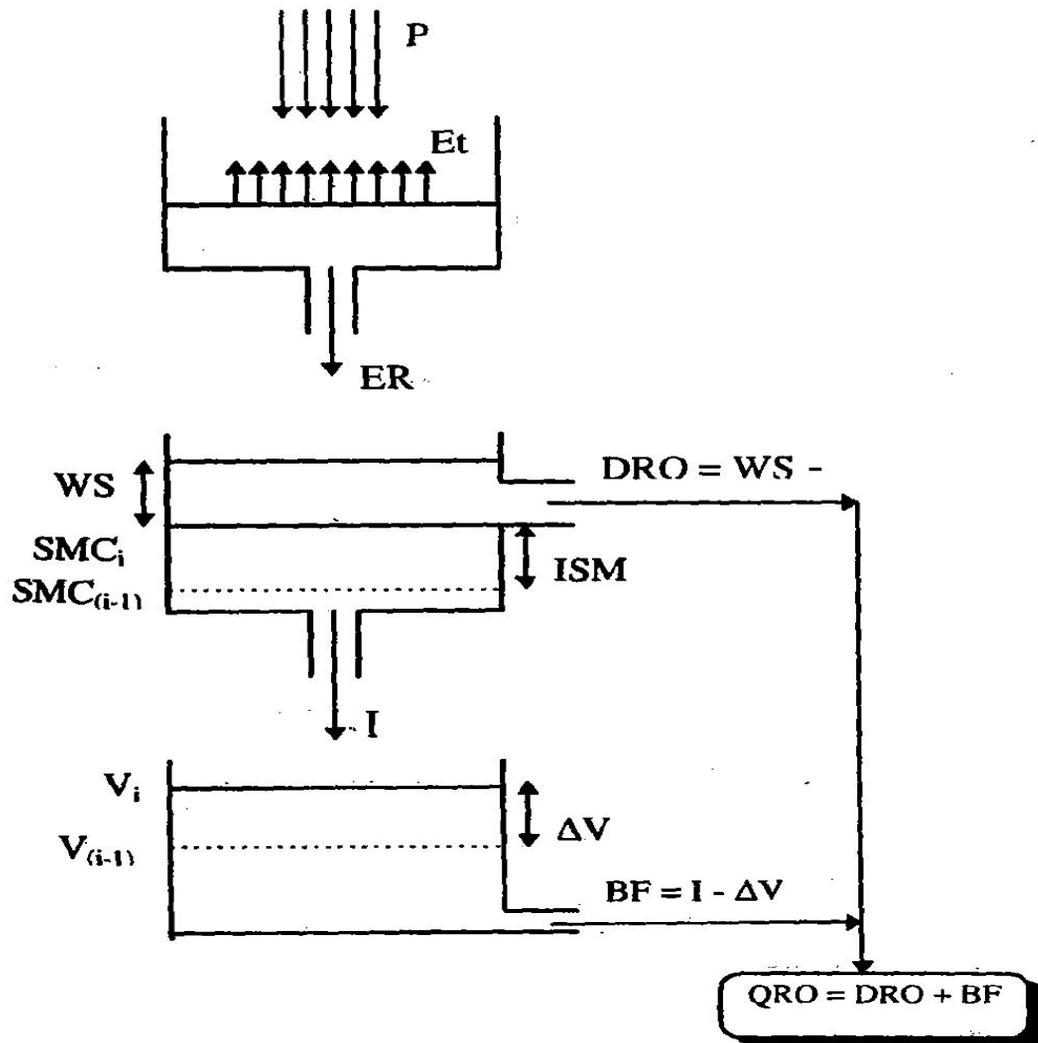
WS_(t) : air hujan yang mencapai permukaan tanah (mm)

A : luas DAS (km²)

ΔV_(t) : bagian air yang tertampung di lapisan tanah (mm/dt)

DRO_(t) : limpasan langsung (mm/dt)

I_(t) : infiltrasi (m³/dt)



Gambar 1. Struktur model Mock (Nurrochmad et al 1998)

Menurut Jayadi (1995) hitungan inflow dapat dilakukan dengan pendekatan analisis neraca air harian sebagai berikut :

$$I_t = (S_{t+1} - S_t) - R_t + E_t + O_t$$

dengan :

I_t : Inflow pada periode t,

S_{t+1} : volume tampungan pada awal periode t+1

S_t : volume tampungan pada awal periode t

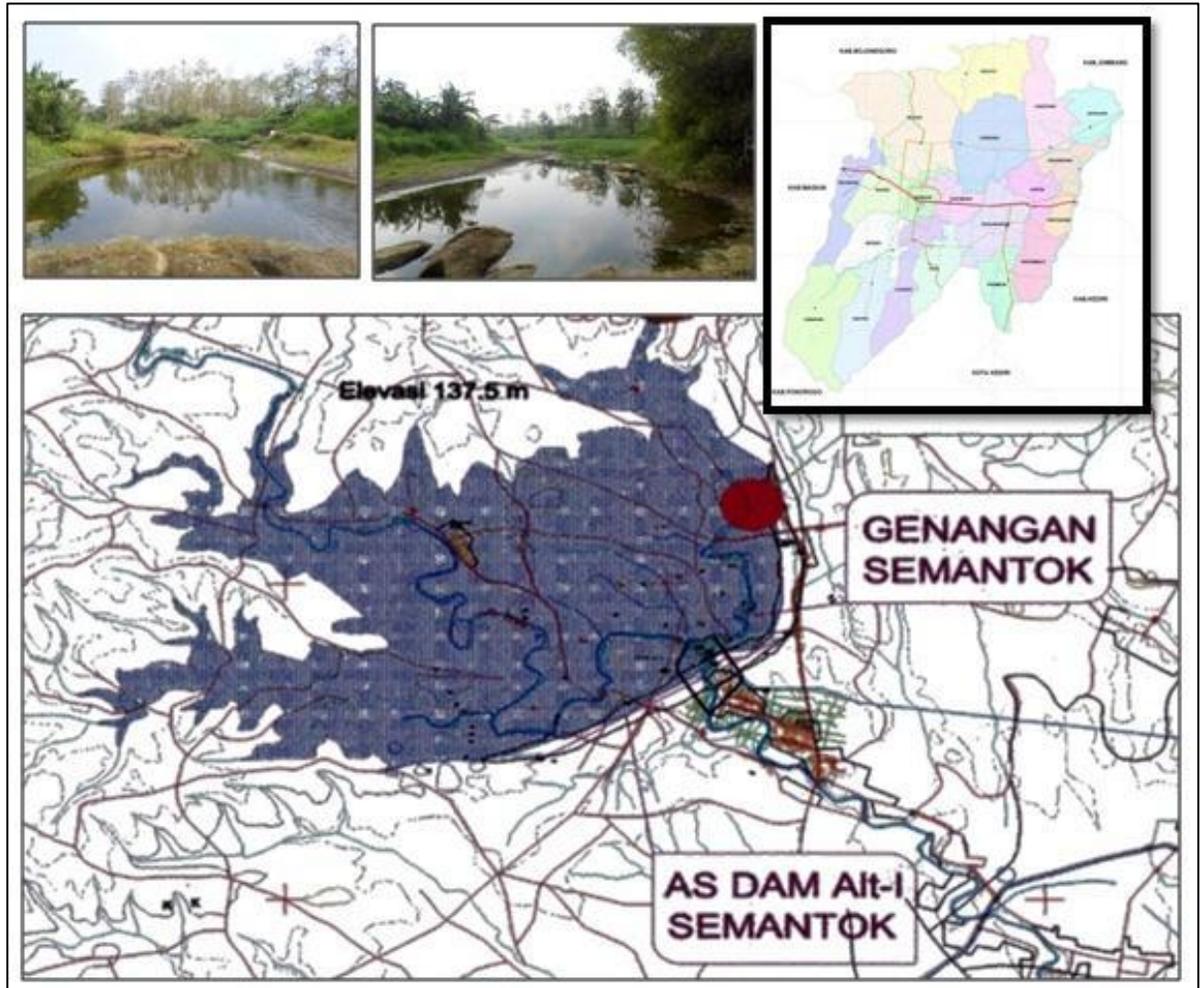
R_t : volume hujan yang jatuh di tampungan pada periode t

E_t : volume penguapan dari tampungan pada periode t

O_t : volume outflow pada periode t

2. Metodologi

Lokasi studi konservasi ini dilakukan di Dusun Kedungpingit Desa Sambikerep Kecamatan Rejoso Kabupaten Nganjuk, Provinsi Jawa



Gambar 2. Peta lokasi kegiatan di Dusun Kedungpingit Desa Sambikerep Kecamatan Rejoso Kabupaten Nganjuk, Provinsi Jawa

Adapun tahapan kegiatan berikut:

1. Pengumpulan data sekunder ; Peta tutupan lahan kawasan hulu Sungai Semantok, Peta jenis tanah kawasan hulu Sungai Semantok, data iklim, data debit sungai Semantok
2. Observasi lapangan untuk pengambilan data primer

Kegiatan observasi lapangan di wilayah studi kawasan hulu sungai Semantok dilakukan untuk memperoleh data primer antara lain:

- a) Verifikasi data debit sungai Semantok
- b) Pengukuran data kemiringan lahan
- c) Pengukuran data solum tanah masing-masing tutupan lahan

- d) Pengukuran laju erosi dan sedimentasi di kawasan hulu sungai Semantok

3. Interpretasi data

Kegiatan ini dilakukan untuk menginterpretasi data tutupan lahan kawasan hulu Sungai Semantok menjadi parameter hidrologi yang dapat digunakan dalam analisis data antara lain nilai koefisien limpasan (C), nilai simpanan air (S), koefisien aliran saluran (n). Interpretasi parameter ini menjadi dasar kuantifikasi kondisi tutupa lahan kawasan hulu Semantok sebagai data persyaratan teknis aplikasi metode konservasi.

4. Analisis data

Berdasarkan hasil interpretasi tutupan lahan, dilakukan analisis simulasi laju erosi dan sedimentasi berdasarkan metode USLE

(Wichmeier dan Smith 1978), klasifikasi kelas erosi dengan ArcGIS serta simulasi debit ketersediaan air di sungai Semantok dengan metode model Mock.

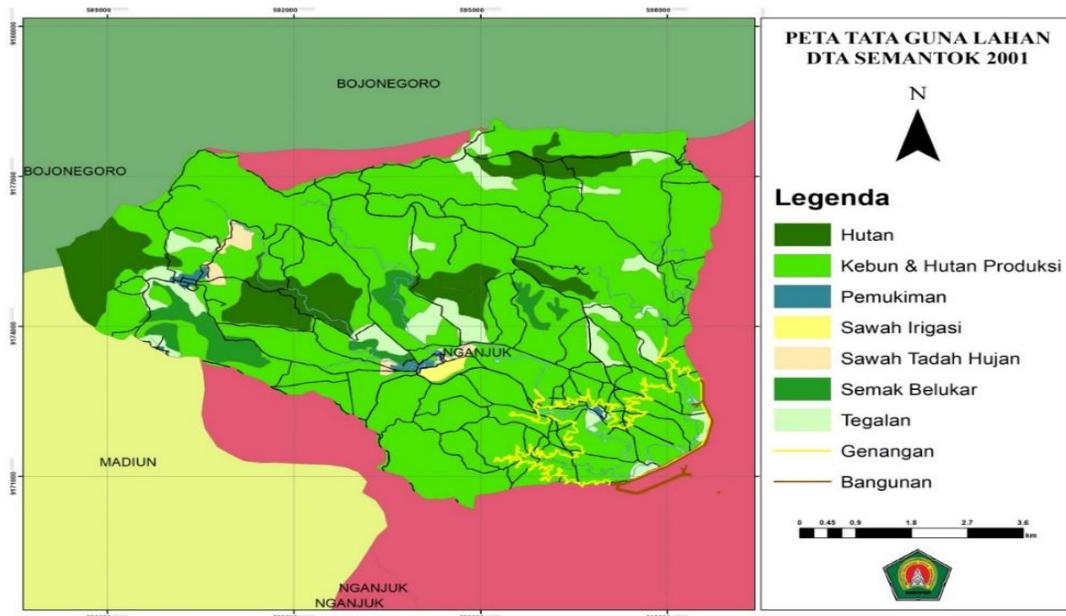
5. Studi metode konservasi

Studi metode konservasi dilakukan dengan menelaah berbagai jenis kegiatan, persyaratan teknis serta prosedur implementasi metode

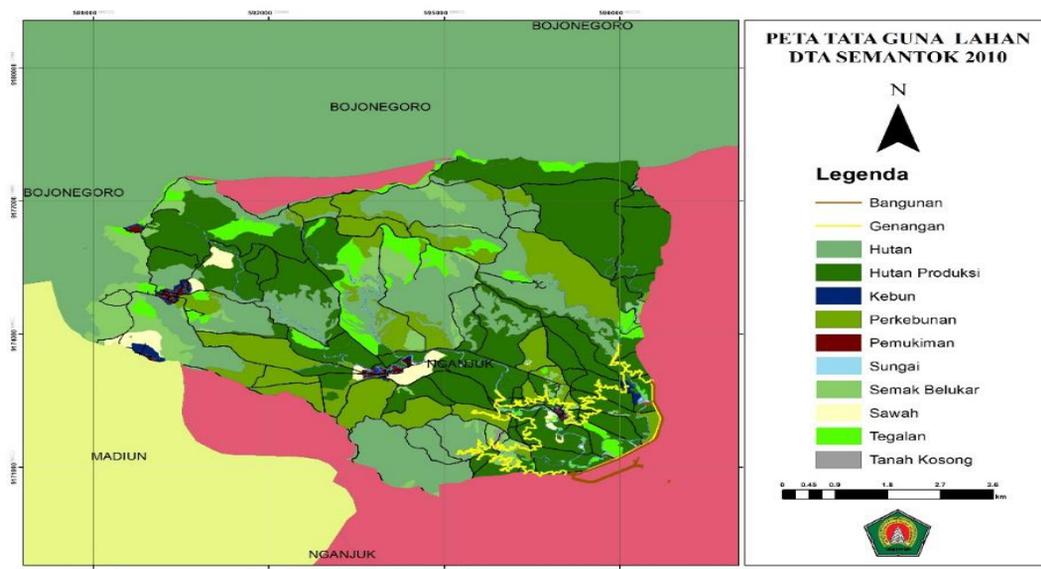
konservasi tanah dan air untuk meningkatkan kemampuan tanah dalam menahan air, menurunkan laju limpasan aliran permukaan dan erosi serta menurunkan sedimen. Pada tahapan ini, ditentukan metode konservasi yang sesuai untuk tiap karakteristik tutupan lahan yang berbeda di kawasan hulu sungai Semantok.

3. Hasil dan Pembahasan

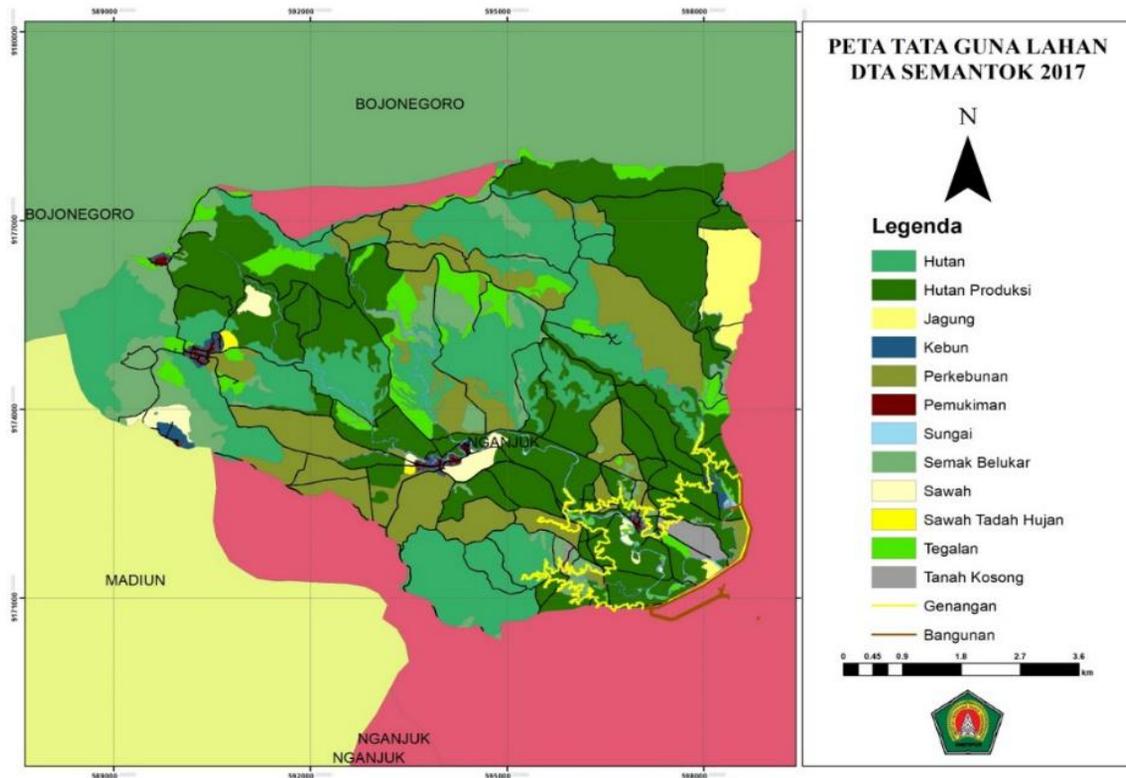
3.1 Interpretasi landuse 2001, 2012 dan 2017 (kondisi eksisting)



Gambar 3. Peta Tata Guna Lahan DTA Semantok Tahun 2001



Gambar 4. Peta Tata Guna Lahan DTA Semantok Tahun 2010



Gambar 5. Peta Tata Guna Lahan DTA Semantok Tahun 2017

Dari hasil analisis peta citra satelit terhadap data tata guna lahan untuk tahun 2001, 2012 dan tahun 2017 perubahan tata guna lahan pada

kawasan hulu sungai Semantok mengalami perubahan, seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Perubahan tata guna lahan dari tahun 2001, 2010 dan 2017

Penggunaan lahan	2001		2010		2017	
	Total	Persen	Total	Persen	Total	Persen
Hutan produksi			2022.61	37.46	1505.02	27.88
Hutan	590.78	10.94	1505.02	27.88	1866.33	34.57
Jagung					128.38	2.37
Jalan			42.01	0.77	42.01	0.77
Kebun	4183.59	77.50	40.82	0.75	40.82	0.75
Perkebunan			909.04	16.84	909.05	16.84
Pemukiman			20.85	0.38	20.85	0.38
Sungai			39.46	0.73	39.46	0.73
Semak belukar	191.53	3.55	407.88	7.56	407.88	7.56
Sawah	23.68	0.44	89.73	1.66	81.17	1.50
Sawah hujan	48.52	0.89	315.64	5.85	8.56	0.17
Tegalan	332.36	6.15			305.58	5.66
Tanah kosong			9.26	0.17	47.23	0.87
Total	5398.25	100	5402.34	100	5402.34	100

Sumber : Hasil analisis data

Berdasarkan data perubahan tata guna lahan di kawasan hulu DTA Semantok tersebut, dapat diketahui bahwa terdapat 4 zona yang mengalami perubahan antara lain sebagai berikut:

1. Zona 1 : bagian hilir sungai semantok seluas 4.84 Ha dimana terjadi perubahan tata guna lahan hutan menjadi perkebunan jagung
2. Zona 2 : bagian hilir sungai semantok seluas 10 Ha dimana terjadi perubahan tata guna lahan hutan menjadi perkebunan jati
3. Zona 3 : bagian hulu dusun Kedungnyo seluas 9.4 Ha dimana terjadi perubahan tata guna lahan hutan menjadi perkebunan jati
4. Zona 4 : bagian hulu DTA semantok seluas 123 Ha dimana terjadi perubahan tata guna lahan hutan menjadi perkebunan jagung

Perubahan kawasan hutan dengan struktur tanaman besar dan perkaaran yang kuat menjadi perkebunan jagung, maupun jati juga terlebih kawasan perumahan akan berdampak pada peningkatan laju limpasan yang menyebabkan peningkatan laju erosi serta penurunan infiltrasi yang menyebabkan suplai air pada sungai Semantok berkurang.

3.2 Perbandingan Erosi dan SDR landuse 2001, 2012 dan 2017 (eksisting)

Adanya perubahan tata guna lahan berdasarkan interpretasi citra seperti yang telah ditunjukkan pada Tabel 1 menjadi suatu indikasi adanya perubahan limpasan permukaan. Adanya

peningkatan limpasan permukaan akibat berkurangnya tata guna lahan hutan dapat menyebabkan peningkatan laju erosi pada kawasan hulu sungai Semantok. Laju erosi yang semakin tinggi selain dapat menyebabkan pengikisan hara tanah, dapat pula meningkatkan nilai SDR (*sediment delivery ratio*) pada sungai Semantok dan berimplikasi pada peningkatan SDR pada bendungan Semantok yang akan berpengaruh pada penurunan umur teknis bendungan.

Dalam memperoleh nilai laju erosi perlu dilakukan perhitungan berdasarkan persamaan lahan dengan menggunakan metode USLE. Laju erosi dapat diketahui dengan mengalikan keseluruhan faktor yang meliputi faktor erosivitas, erodibilitas, panjang dan kemiringan lereng, konservasi dan pengelolaan tanaman, serta pengelolaan lahan. Untuk melakukan analisis erosi lahan di lakukan dengan melakukan *overlay* ke empat peta tersebut di atas, yaitu peta Erosivitas, *erodibilitas*, peta faktor LS, dan faktor CP, sehingga diperoleh peta unit lahan sesuai hasil perkalian nilai masing masing atribut. Selanjutnya berdasarkan peta unit lahan tersebut dilakukan perhitungan erosi lahan, E_a , dengan rumus USLE. Besarnya erosi yang terjadi dapat memberikan Gambaran tingkat erosi (kekritisn) yang terjadi pada suatu DTA apakah dalam tingkatan yang membahayakan atau belum. Analisa pendugaan laju erosi dilakukan tiga kali dengan 3 peta tata guna lahan yang berbeda yaitu dari tahun 2001 dari peta RBI, tahun 2012 dari citra satelit, dan tahun 2017 digunakan peta citra satelit 2012 yang disesuaikan dengan kondisi daerah genangan DTA Semantok saat ini. Klasifikasi tingkat bahaya erosi diperlihatkan pada Tabel 2.

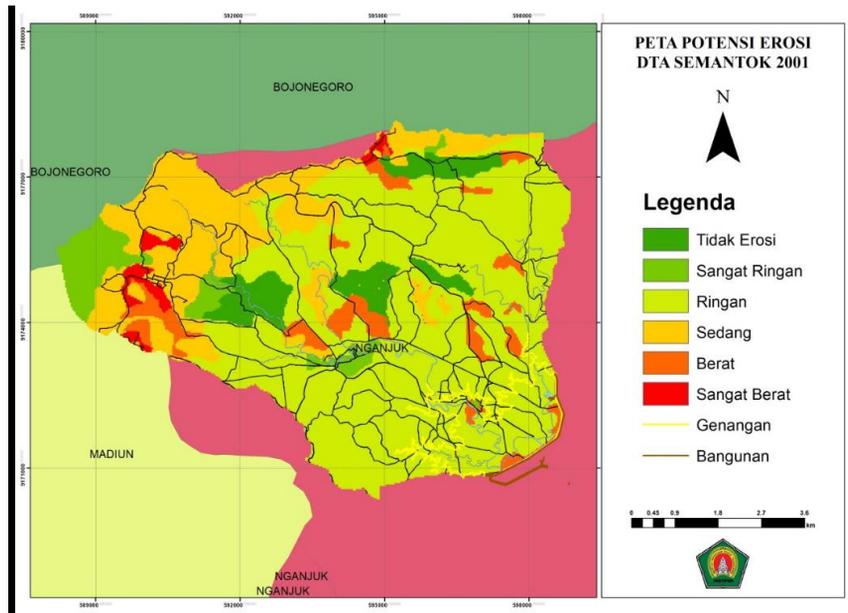
Tabel 2. Hasil Perhitngan Laju Erosi

Tahun	Erosi				
	ton/ha/tahun	ton/th	m3/th	mm3/th	mm/th
2001	76.09	410090.73	248539.84	2.49E+14	4.61
2012	116.12	626810.67	379885.26	3.80E+14	7.04
2017	120.32	635768.74	385314.39	3.85E+14	7.14

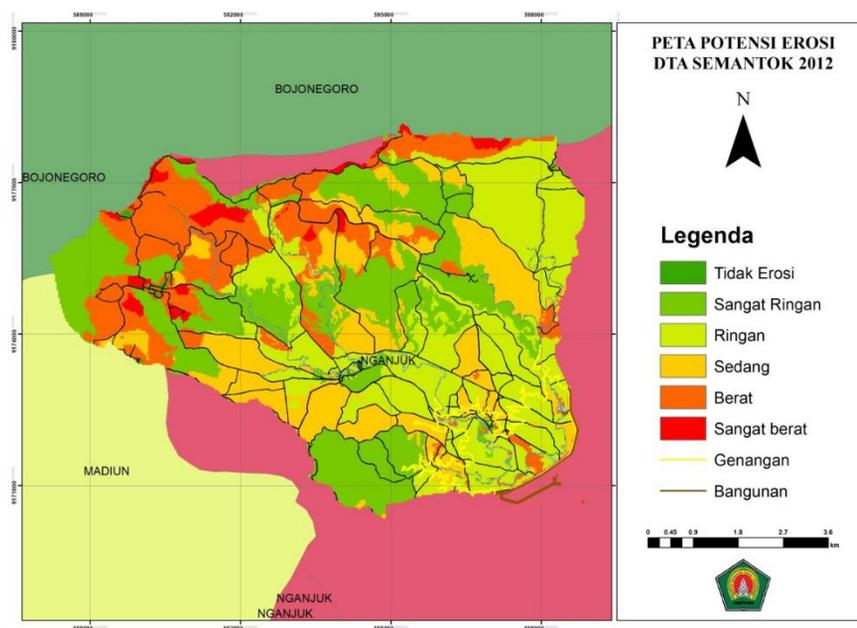
Sumber : Hasil Analisa Perhitungan Laju Erosi dengan ArcGIS

Pada Tabel 2 terlihat bahwa hasil perhitungan laju erosi terbesar terjadi pada tahun 2017 sebesar 117,8 ton/ha/tahun atau setara dengan 7,1 mm/tahun. Laju erosi terendah terjadi pada tahun 2001 dengan nilai sebesar 73,4 ton/ha/tahun atau setara dengan 4,4 mm/tahun. Tahun 2001 mempunyai laju erosi terkecil karena penggunaan lahan pada tahun 2001 masih banyak perkebunan dan belum banyak lahan-lahan yang gundul.

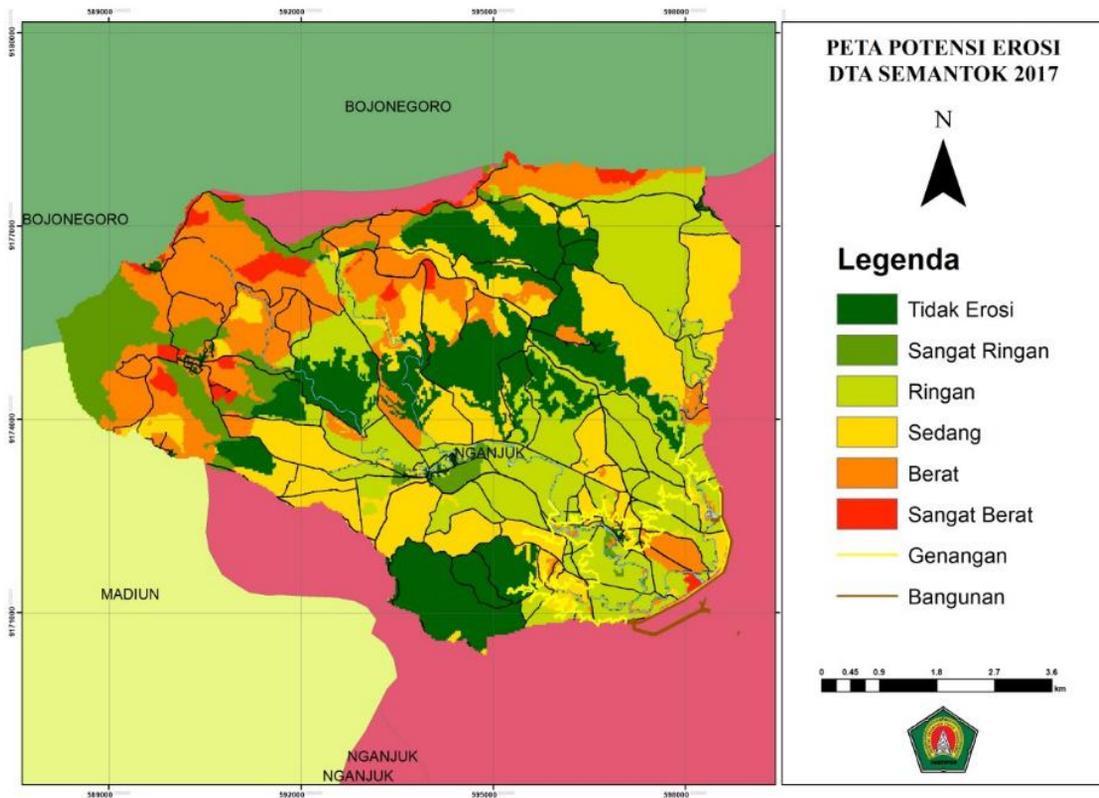
Sementara pada tahun 2012 sudah mulai banyak lahan kosong sehingga laju erosi mengalami peningkatan. Laju Erosi tahun 2017 meningkat lagi akibat penebangan hutan oleh warga di area genangan DTA Semantok. Klasifikasi lahan berdasarkan kelas potensi erosi dianalisa menggunakan peta dalam Arc-GIS. Adapun hasil klasifikasi kelas erosi dapat dilihat pada Gambar 6 hingga Gambar 7, prediksi laju erosi tersebut akan digunakan pada analisa prediksi laju sedimentasi.



Gambar 6. Peta Potensi Erosi DTA Semantok tahun 2001



Gambar 7. Peta Potensi Erosi DTA Semantok tahun 2012



Gambar 8 Peta Potensi Erosi DTA Semantok tahun 2017

Gambar 6 - 8 menjelaskan tingkat kelas erosi berdasarkan luasan keseluruhan DTA Semantok. Dari hasil analisis peta tersebut di atas diketahui bahwa daerah tangkapan air waduk Semantok dari

tahun 2001 sampai tahun 2012 mengalami perubahan yang cukup signifikan, Luas lahan tiap kelas erosi ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 3 Tabel Luas Tiap Kelas Lahan

Kelas Erosi	Luas (Ha)			
	2001	%	2012	%
Tidak Erosi	348.903	0.006	1204.843	22.29
Sangat Ringan	280.4718	5.19	443.5301	8.21
Ringan	3237.184	59.91	1539.752	28.49
Sedang	1012.493	18.74	1050.714	19.45
Berat	333.771	6.17	1039.265	19.23
Sangat berat	190.4509	3.52	125.1698	2.31
Total Luas	5403.274	100.00	5403.274	100.00

Sedimentasi potensial adalah proses pengangkutan sedimen hasil dari proses erosi potensial untuk diendapkan di jaringan irigasi dan lahan persawahan atau tempat-tempat tertentu. Tidak semua sedimen yang dihasilkan erosi aktual menjadi sedimen, dan ini tergantung dari nisbah antara volume sedimen hasil erosi aktual yang mampu mencapai aliran sungai dengan volume

sedimen yang bisa diendapkan dari lahan di atasnya (SDR = Sedimen Delivery Ratio). Penentuan nilai SDR dianalisa berdasarkan luas daerah tangkapan air, kemiringan dan koefisien manning.

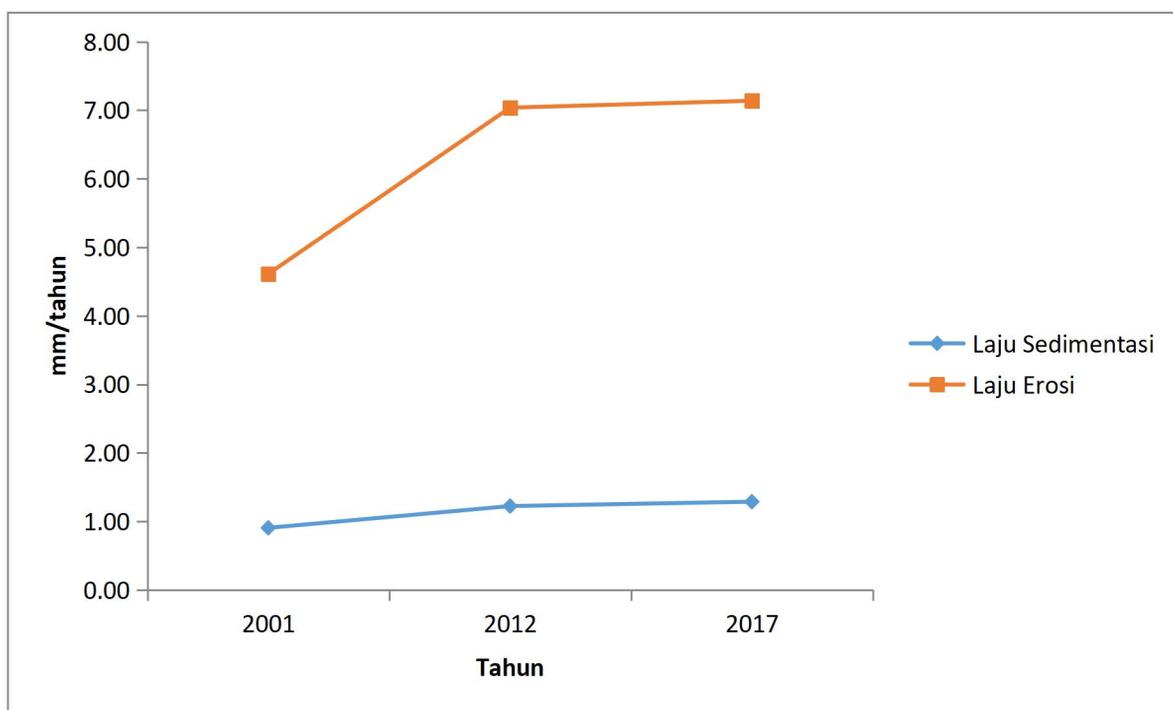
Pendugaan laju sedimen potensial yang terjadi di suatu DAS dihitung dengan persamaan Weischmeier dan Smith, 1958 yaitu dengan mengalikan Erosi aktual dengan Sedimen Delivery

Ratio (SDR). Analisa laju sedimentasi ditampilkan pada Tabel 4. Dari hasil analisa, laju sedimen pada

DTA Semantok yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4. Analisa Laju Sedimentasi

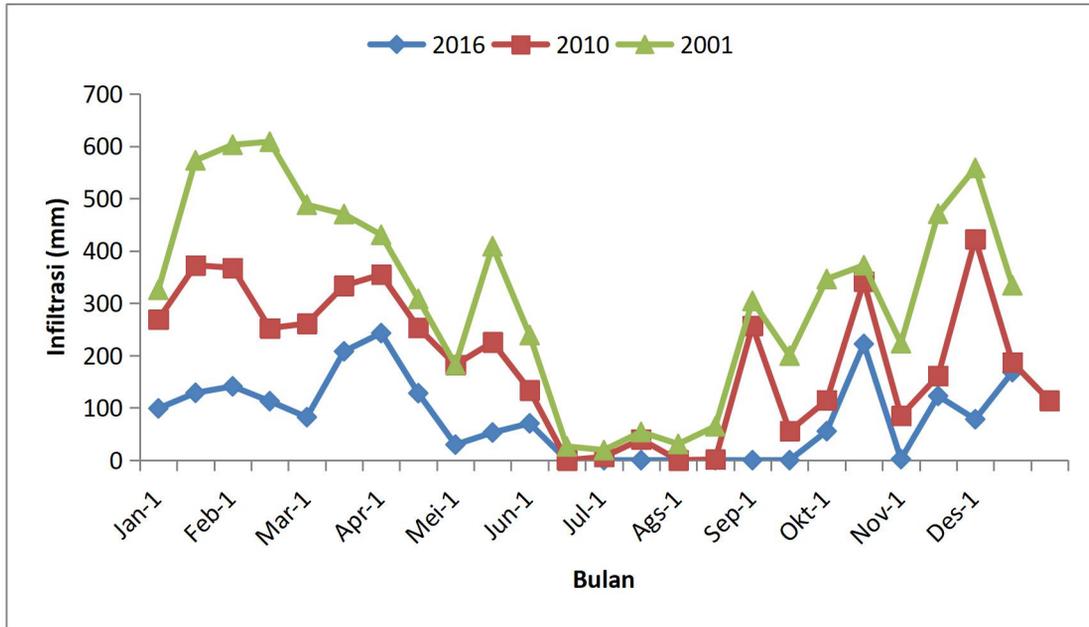
Tahun	Sedimentasi				
	ton/ha/tahun	ton/th	m ³ /th	mm ³ /th	mm/th
2001	14.96	80620.96	48861.19	4.89E+13	0.91
2012	20.20	109014.38	66069.32	6.61E+13	1.22
2017	21.25	114694.98	69512.11	6.95E+13	1.29



Gambar 9. Peningkatan Laju Sedimentasi dari tahun 2001 hingga 2017

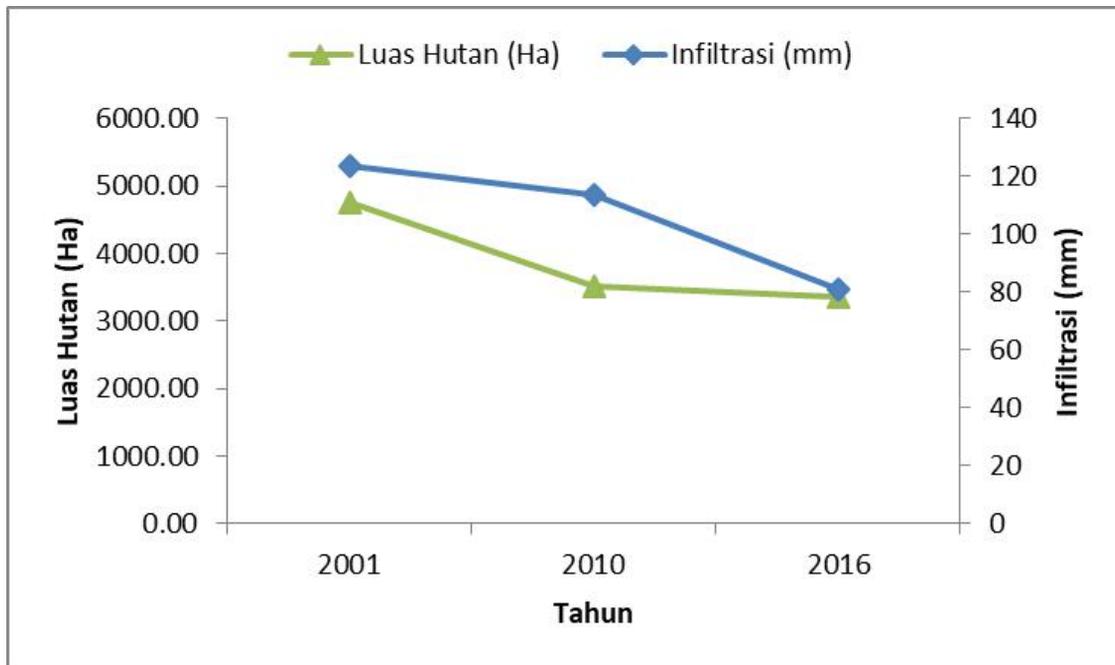
Berdasarkan Gambar 9 menunjukkan bahwa nilai laju sedimentasi dari tahun 2001 hingga 2012 mengalami kenaikan yang cukup signifikan yaitu sebesar 0,31 mm. Begitu pula pada

tahun 2012 hingga 2017 laju sedimentasi semakin naik sebesar 0,07 mm. Kenaikan laju sedimentasi di DTA Semantok dapat di tanggulangi dengan kegiatan konservasi lahan di daerah-daerah hulu.



Gambar 10. Perubahan laju infiltrasi pada tata guna lahan tahun 2001, 2010 dan 2016

3.3. Tren perubahan ketersediaan air



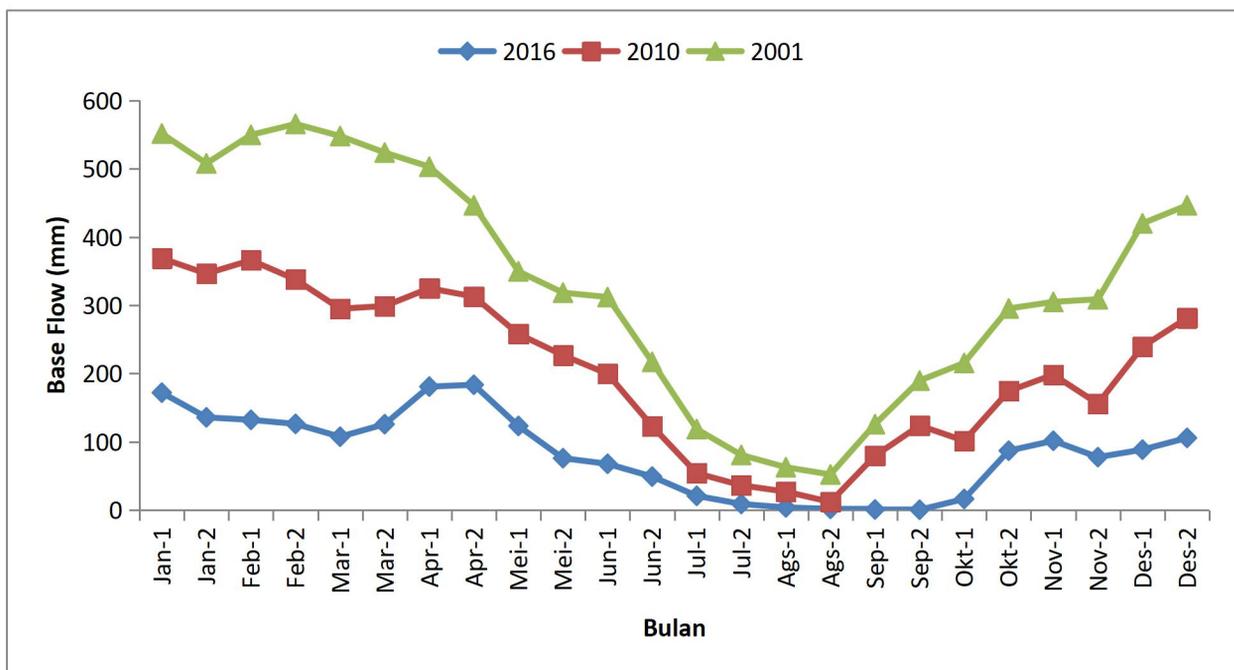
Gambar 11. Perbandingan Perubahan Laju Infiltrasi (mm/tahun) dan Luas Area Hutan 2001, 2010 dan 2016

Berdasarkan data perubahan luas hutan dari tahun 2001 hingga tahun 2016 diprediksi terjadi penurunan infiltrasi sebesar 42.59 mm.

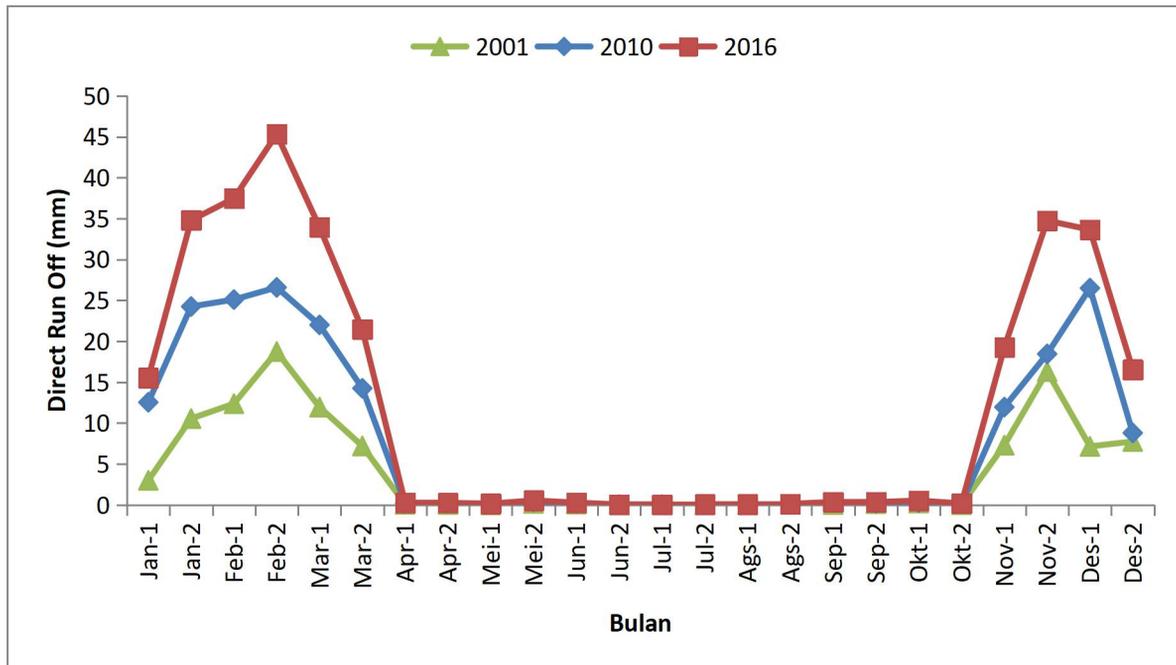
Hasil kalibrasi model Mock dengan data debit outflow di sungai Semantok dari tahun 1995 sampai tahun 2009 diperoleh nilai parameter Mock dan tampungan awal Danau Rawa pening adalah ; 0,821; 206,447; 145,888; 20,552; 0,886 dan 10.000.0000 masing masing untuk nilai parameter infiltrasi, initial soil moisture, initial groundwater storage, faktor resisi aliran dan tampungan awal, dengan koefisien korelasi 0,975 dan VE sebesar 0.001.

Sedangkan ketebalan infiltrasi dari tahun ke tahun menunjukkan penurunan, hal tersebut terkait dengan semakin luasnya lapisan kedap karena bertambahnya kawasan permukiman. Infiltrasi merupakan komponen utama dari base flow, base flow dan *direct runoff* (limpasan langsung) membentuk aliran air ke sungai atau debit sungai. Prediksi perubahan *baseflow* dan *direct runoff* di DTA Semantok dapat dilihat pada Gambar 12 dan Gambar 13. Pada Gambar 12 dapat

dilihat kecenderungan *baseflow* yang semakin menurun dari tahun ketahun dengan kondisi *baseflow* pada musim kemarau pada tahun 2017 yang sangat rendah (mendekati 0). Hal ini menunjukkan indikasi penurunan ketersediaan air di aliran sungai Semantok. Sebaliknya pada Gambar 13 dapat dilihat bahwa *direct runoff* pada musim penghujan cenderung naik dari tahun ke tahun. Tingginya *direct runoff* pada musim penghujan berdampak pada rendahnya infiltrasi pada saat bersamaan yang menyebabkan menurunnya ketersediaan air selama musim kemarau. Menurut Muhjidin (2012), untuk wilayah hutan yang baik dengan solum tanah yang tebal, komponen limpasan tanah relatif kecil dibandingkan dengan *interflow* dan *baseflow* nya. Limpasan bawah permukaan (*interflow*) merupakan bagian aliran air yang berasal dari air hujan yang telah berinfiltrasi masuk ke dalam lapisan tanah, akan tetapi kemudian keluar lagi menuju sungai dan menjadi satu dengan air limpasan permukaan dan intersepsi sungai.



Gambar 12. Perubahan baseflow sungai Semantok



Gambar 13. Perubahan *direct runoff* sungai Semantok

4. Kesimpulan

- a. Berdasarkan interpretasi citra DTA Semantok, terdapat 4 zona yang mengalami perubahan antara lain:

Zona 1 : bagian hilir sungai semantok seluas 4.84 Ha dimana terjadi perubahan tata guna lahan hutan menjadi perkebunan jagung

Zona 2 : bagian hilir sungai semantok seluas 10 Ha dimana terjadi perubahan tata guna lahan hutan menjadi perkebunan jati

Zona 3 : bagian hulu dusun Kedungnyo seluas 9.4 Ha dimana terjadi perubahan tata guna lahan hutan menjadi perkebunan jati

Zona 4 : bagian hulu DTA semantok seluas 123 Ha dimana terjadi perubahan tata guna lahan hutan menjadi perkebunan jagung

- b. Laju erosi di DTA Semantok terus meningkat sepanjang tahun, yaitu 4,61 mm/tahun pada 2001, 7,04 mm/tahun pada 2012 dan 7,14 mm/tahun pada 2017.
- c. Laju sedimentasi di DTA Semantok juga mengalami peningkatan yaitu 0,91 mm/tahun pada 2001, 1,22 mm/tahun pada tahun 2010 dan 1,29 mm/tahun pada 2017.
- d. Rekomendasi konservasi yang sesuai dengan kondisi di DTA Semantok antara lain:

Zona 1 berupa teras guludan dengan pembatas rumput alami

Zona 2 berupa tanaman cover crop seperti jahe, kunir, kencur, temu lawak dan pembuatan rorak serta sumur resapan

Zona 3 berupa tanaman cover crop seperti jahe, kunir, kencur, temu lawak

Zona 4 berupa kebun *multicropping terracing* dengan sistem pertanaman lorong (*alley cropping*)

Daftar Pustaka

- Anonim. Petunjuk Pelaksanaan Penyusunan RTL-RLKT. 1986. Departemen Kehutanan RI. Jakarta
- Arsyad, S. 2010. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press. Bogor
- Jayadi, R. (1995). Model Simulasi Neraca Air Untuk Menyusun Garis Eksploitasi Rawa Pening. In Forum Teknik (Vol. 19, No. 1995).
- Muhjidin, Mawardi. 2012. Rekayasa Konservasi Tanah dan Air. Bursa Ilmu: Yogyakarta

Nurrochmad, F., Sujono, J., & Damanjaya, D. (1998). Optimasi parameter model hujan-aliran mock dengan 'solver'. *Media Teknik*, 20(1998).

Purboseno, S. (2017). Supply Energy Sustainability by Conservation Program in Cathment Area. *Advanced Science Letters*, 23(3), 2260-2264.

Purboseno, S. (2015). Evaluasi perubahan tata guna lahan sebagai upaya menjaga

kerbelanjutan fungsi waduk. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 19(2), 167-174.

Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1958). Rainfall energy and its relationship to soil loss. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 39(2), 285-291.

Wischmeier W.H., and D.D Smith. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses: A guide to Conservation Planning USDA Handbook No 537. Washington. DC.