

**PENDEKATAN SPASIAL EKOLOGIS UNTUK PENGELOLAAN DAERAH  
ALIRAN SUNGAI (DAS) BERKELANJUTAN  
BERBASIS PENGENDALIAN EROSI  
(STUDI KASUS DI SUB DAS NGRANCAH,  
KABUPATEN KULON PROGO)**

*Ecological Spatial Approach for Sustainable Watershed Management  
Based on Erosion Controlling  
(Case Study in Ngrancah Sub Watershed, Kulon Progo Regency)*

**Marcus Octavianus Susatyo<sup>1</sup>, Djoko Marsono<sup>2</sup>, Ambar Kusumandari<sup>2</sup>,  
Nunuk Supriyanto<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Pasaca Sarjana Program Studi Ilmu Kehutanan Universitas Gadjah Mada

<sup>2</sup>Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada

**ABSTRACT**

*Sustainable development basically lies in the achievement of harmonisation between economic, ecological and social purposes. One form of sustainable development from the perspective of ecological dimension is the existence of spatial harmonism. Spatial harmonism means that in every development area have to allocate conservation area that has been identified in the form of forest area or area which serves as a forest (rural forest). Both in forest law and spatial law consider the existence of forests area at least 30 % of the watershed area. The research was conducted at Ngrancah Sub Watershed. Ngrancah Sub watershed is one part of Serang Watershed. According to Forestry minister decree Nr. 328 year 2009, Serang watershed is one of 108 critical watersheds and need to be given priority handling. The aims of this research are : (1) to investigate soil erosion, soil erosion rates, and soil erosion index ;(2) to analyze spatial ecology harmonism based on erosion control to optimize conservation area. Ngrancah Sub Watershed is the catchment area of Sermo Dam. The area of Ngrancah Sub Watershed is almost 2150 hectares. The area is mostly critical showed by the high rate of erosion. The high rate of erosion indicates that Ngrancah Sub Watershed needs to be manage and handled properly to reduce land degradation. Erosion is predicted using RUSLE Method (RUSLE Equation  $E_A = R_i \cdot K.L.S.C.P$ ) and water balance (aridity index) based on its meteorological function is calculated using Tornthwaite-Mather method. Isohyet method is used to calculate rainfall while erodibility factor is calculated using Willem Formula (1995). According to Minimum Legible Area (Vink, 1975), research area could be classified into 80 spatial/ecological units. Slope observation and soil conservation practices is done in each spatial/ecological unit as well as soil samples also taken in each spatial/ecological unit. Linear program with QSB+ Software is conducted to analyse the data. The result of the research showed that the erosion rates varies from the lowest rate of 3,83 ton/ha/year to the highest rate of 494,91 ton/ha/year. About 39,98 % of research area is classified as moderate erosion rate area and about 38,39% of the area as high into very high erosion rate area. Based on Erosion Indeks, about 16,22% of the area is classified as the moderate Erosion*

*Indeks and 73,30% of the area as high into very high Erosion Indeks. Spatial Ecology approach for sustainable watershed management by QSB+ program on the effort of erosion controll showed that to achieve spatial ecology harmonism is needed 87,48 % conservation area (area that identified as forest function) from the total area of Ngrancah Sub Watershed. Rural forest development (or agroforestry) involving local community is recommended to meet spatial ecology harmonism considering existing condition of Ngrancah Sub Watershed that only 2 % of forest area in Ngrancah Sub Watershed.*

**Key Words :** *Spatial Ecology, Spatial Harmonism, erosion, RUSLE, , QSB+*

## PENDAHULUAN

Daerah aliran sungai (DAS) sebagai suatu unit teritori merupakan tempat bagi sub sistem hidrologi untuk memproduksi air dan pada saat yang bersamaan sub sistem sosial ekonomi bekerja menghasilkan barang dan jasa (Fernandez, 1993). DAS kemudian memproduksi berbagai dampak sampingan dari aktifitas didalamnya seperti erosi, sedimentasi, banjir, kekeringan, penurunan produktivitas lahan, dan sebagainya (Hufschmidt 1996). Lebih lanjut disampaikan bahwa dampak sampingan yang tidak diinginkan ini apabila tidak ditangani akan dapat mengakibatkan terganggunya kondisi ekologi suatu wilayah yang berdampak pada hilangnya pendapatan masyarakat dan selanjutnya mengganggu jalannya proses pembangunan. Pendekatan pengelolaan DAS menjadi relevan kembali setelah munculnya banyak bencana dan kerugian sebagai dampak pengelolaan DAS yang buruk.

Karakteristik, permasalahan dan tantangan yang berkembang di masing-masing DAS berbeda-beda, bahkan antar Sub DAS dalam satu DAS juga dapat berbeda. Keragaman karakteristik fisik dan sosial membawa konsekuensi pengelolaan daerah aliran sungai harus benar-benar disesuaikan dengan kondisi yang ada agar DAS yang sehat dan berkelanjutan dapat diwujudkan. Konsep berkelanjutan merupakan konsep yang sederhana namun kompleks, sehingga pengertian keberlanjutan sangat multi-dimensi dan multi-interpretasi. Berkenaan dengan hal tersebut, para ahli sepakat untuk mengadopsi pengertian yang telah disepakati oleh Komisi Brundtland yang menyatakan bahwa pembangunan berkelanjutan adalah pembangunan yang memenuhi kebutuhan generasi saat ini tanpa mengurangi kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka (Fauzi, 2004).

Tujuan pembangunan berkelanjutan pada dasarnya terletak pada adanya harmonisasi antara tujuan ekonomi, tujuan ekologi dan tujuan sosial (Manasinghe, 1993). Salah satu bentuk keberlanjutan pembangunan dari dimensi ekologi adanya keharmonisan spasial yaitu dalam setiap pembangunan wilayah harus mengalokasikan areal konservasi yang selama ini lebih diidentikkan dalam bentuk areal/kawasan hutan. DAS yang berukuran kecil, aliran permukaan dan penggunaan lahan lebih dominan pengaruhnya terhadap debit puncak, sedangkan pada DAS besar pengaruh simpanan saluran lebih dominan. Perbedaan sifat dan karakteristik tersebut tentunya berimplikasi pada kebutuhan optimal luas hutan untuk setiap DAS/Sub DAS.

Sub DAS Ngrancah bentuknya berukuran kecil dan bahkan cenderung membulat sehingga pengaruh bentuk penggunaan lahan lebih dominan. Bentuk penggunaan lahan di Sub DAS Ngrancah didominasi oleh kebun campur, sedangkan penggunaan lahan lainnya berupa hutan, pemukiman, sawah tadah hujan, tegalan, dan lain-lain (waduk). Berdasarkan bentuk penggunaan lahan yang ada di Sub DAS Ngrancah tersebut, melalui pendugaan erosi dengan metode USLE, 68% luas Sub DAS termasuk dalam tingkat bahaya erosi sedang dan 15% luas lahan tergolong tinggi. (Kusumandari A, 2012). Bahkan sebanyak 59,6% erosi permukaan yang terjadi masuk ke Waduk Sermo sehingga dengan sendirinya mengancam keberlanjutan fungsi waduk tersebut. Kondisi tersebut sampai sekarang masih terus terjadikarena mayoritas kondisi topografi yang begitu terjal sehingga potensi bahaya erosi tetap terjadi dan semakin diperparah bila belum ada upaya penanganan konservasi secara serius. Berkaitan dengan hal tersebut dan sebagaimana telah disampaikan bahwa salah satu bentuk keberlanjutan pembangunan dari dimensi ekologi adalah adanya keharmonisan spasial, maka perlu kiranya pengendalian erosi melalui pendekatan spasial ekologis untuk pengelolaan Sub DAS Ngrancah berkelanjutan. Tujuan penelitian ini untuk : (1) mengkaji besarnya erosi, tingkat bahaya erosi dan indeks bahaya erosi, (2) menganalisis keharmonisan spasial ekologis berbasis pengendalian erosi untuk memperoleh luasan areal konservasi yang optimal.

## **BAHAN DAN METODE**

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah peta penggunaan lahan bersumber dari interpretasi Citra SPOT tahun 2013, peta kontur Sub DAS Ngrancah-DAS Serang bersumber dari Peta RBI Skala 1 : 25.000 tahun 2000, Peta Geologi Lembar Yogyakarta Skala 1 : 100.000, hasil uji laboratorium sampel tanah wilayah Sub DAS Ngrancah di laboratorium Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta, dan Data curah hujan tahun 2002 – 2013 dari Balai PSDA Yogyakarta berupa pengamatan terhadap 6 stasiun pengamat. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : GPS (*Global Positioning System*), parang, buku, sekop, meteran, ring sampel tanah, bor tanah, alat tulis-menulis, seperangkat komputer, program QSB + (*Quantitative System for Business Plus*) dan menu linear programming

Pendugaan laju erosi dilakukan dengan metode empiris RUSLE (*Revised Universal Soil Loss Equation*) yang dikembangkan oleh USDA-ARS (*United States Department of Agriculture-Agriculture Research Services*). Pada dasarnya, metode RUSLE telah mampu mempresentasikan secara sederhana pengaruh faktor-faktor hidrologi terhadap erosi sheet dan riil sehingga dapat dikatakan RUSLE memiliki kemampuan memprediksi erosi jauh lebih baik.

#### Pendugaan Erosi

Rumus dasar RUSLE tetap sama dengan USLE, persamaan laju kehilangan tanah dirumuskan sebagai berikut :

$$E_A = R_i \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (1)$$

#### Keterangan :

- $E_A$  = jumlah tanah yang hilang rata-rata tiap tahun (ton/ha/th)
- $R_i$  = faktor erosivitas hujan/indeks daya erosi
- $K$  = faktor erodibilitas tanah
- $L$  = faktor panjang lereng
- $S$  = faktor kecuraman lereng
- $C$  = faktor pengelolaan tanaman (vegetasi)/penutupan lahan
- $P$  = faktor-faktor usaha pengelolaan dan konservasi.

#### Faktor erosivitas hujan (R)

Faktor Erosivitas hujan (R) menggabungkan komponen energi dan intensitas hujan ke dalam satu angka. Erosivitas hujan merupakan kemampuan atau daya hujan

untuk bisa menimbulkan erosi pada tanah. Nilai erosivitas hujan bulanan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$EI_{30}=2,21(RAIN)^{1,36} \quad (2)$$

$EI_{30}$  = erosivitas hujan bulanan (ton/ha/tahun)

RAIN = curah hujan rata-rata bulanan (cm)

Faktor erodibilitas tanah (K)

Faktor erodibilitas tanah merupakan nilai yang menyatakan kepekaan tanah untuk tererosi. Ada beberapa metode yang dikembangkan untuk menentukan nilai erodibilitas tanah (K). William (1995) mengembangkan persamaan untuk menghitung nilai K

$$K = f_{lp} = \left( 0.2 + 0.3 \cdot \exp \left[ -0.256 \cdot m_p \cdot \left( 1 - \frac{m_d}{100} \right) \right] \right) \quad (3)$$

$$f_{l-d} = \left( \frac{m_d}{m_l + m_d} \right)^{0,3} \quad (4)$$

$$f_{c \text{ org}} = \left( 1 - \frac{0,25 \cdot \text{Corg}}{\text{Corg} + \exp[3,72 - 2,95 \text{Corg}]} \right) \quad (5)$$

$$f_{hisand} = \left( 1 - \frac{0,7 \cdot \left( 1 - \frac{m_p}{100} \right)}{\left( 1 - \frac{m_p}{100} \right) + \exp \left[ -5,51 + 22,9 \cdot \left( 1 - \frac{m_p}{100} \right) \right]} \right) \quad (6)$$

Keterangan :

ms : prosentase fraksi pasir  
md : prosentase fraksi debu  
ml : prosentase fraksi lempung  
Corg : prosentase carbon

Faktor panjang dan kemiringan lereng (LS)

Faktor ini merupakan gabungan antara pengaruh panjang dan kemiringan lereng. Renard, et.al., (1997) melakukan pembaharuan nilai faktor LS untuk model RUSLE. Nilai faktor LS dirumuskan sebagai fungsi antara nilai faktor panjang dengan kemiringan lereng. Kemiringan lereng dibedakan menjadi 2 yaitu < 9 % dan ≥ 9 %. Perhitungan untuk faktor dan kemiringan lereng disajikan berikut ini :

$$LS = L \times S \quad (7)$$

$$L = \left( \frac{l}{22,1} \right)^m \quad (8)$$

$S = 10,8 \sin \alpha + 0,03$  untuk  $s < 9 \%$

$S = 16,8 \sin \alpha - 0,5$  untuk  $s \geq 9 \%$

Keterangan :

- LS : faktor panjang dan kemiringan lereng
- $l$  : Faktor panjang lereng
- : Panjang lereng (m)
- m : Variabel panjang lereng (0,5)
- S : Faktor kemiringan lereng
- $\alpha$  : Kemiringan lereng (...<sup>o</sup>)

Faktor pengelolaan tanaman (C) dan tindakan konservasi (P)

Faktor pengelolaan tanaman (C) merupakan nisbah antara besarnya erosi dari tanah yang tidak ditanami dan diolah bersih. Faktor tindakan konservasi (P) adalah nisbah besarnya erosi dari tanah dengan suatu tindakan konservasi tertentu, terhadap besarnya erosi dari tanah yang diolah menurut arah lereng. Berdasarkan pengamatan faktor pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi di lapangan, diperoleh nilai C dan P berdasarkan tabel Arsyad. (2010).

Erosi diperbolehkan (EDP)

Thompson (1957) dalam Arsyad (2010) menyatakan usaha pengendalian erosi tanah lebih ditujukan untuk daerah-daerah yang mempunyai laju erosi yang lebih besar dari laju erosi yang masih diperbolehkan (EDP). Sehingga dalam menentukan suatu unit lahan apakah memerlukan tindakan konservasi atau tidak, maka dilakukan perbandingan antara erosi yang diperbolehkan (EDP) dengan laju erosi aktual (A). Laju erosi yang diperbolehkan, dihitung dengan persamaan Hammer (Hammer, 1981 dalam Arsyad, 2010) dengan rumus :

$$EDP = \frac{(\text{Kedalaman efektif (mm)} \times \text{Faktor Kedalaman})}{\text{Umur kelestarian tanah}} \quad (9)$$

Konservasi tanah dan air didasarkan atas perbandingan antara erosi aktual dengan erosi yang diperbolehkan. Apabila erosi aktual lebih kecil daripada erosi yang diperbolehkan ( $A < EDP$ ) maka daerah tersebut perlu dipertahankan kondisinya tetap

lestari. Sedangkan apabila erosi aktual melampaui erosi yang diperbolehkan ( $A > EDP$ ), maka daerah ini perlu perencanaan konservasi.

#### Kelas erosi/tingkat bahaya erosi (TBE)

Kelas Erosi/ Tingkat bahaya erosi (TBE) menunjukkan seberapa berat erosi yang terjadi pada suatu lahan. Tingkat bahaya erosi ditentukan dengan membandingkan antara besar erosi yang terjadi dengan tebal solum tanah. Klasifikasi tingkat bahaya erosi menurut Departemen Kehutanan (1998) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Tingkat Bahaya erosi (TBE)

Tebal Solum Tanah (cm)	Erosi (ton/ha/tahun)				
	<15	15 - 60	60 - 180	180 - 480	>480
Dalam (>90)	SR	R	S	B	SB
Sedang (60 – 90)	R	S	B	SB	SB
Dangkal (30 – 60)	S	B	SB	SB	SB
Sangat dangkal (<30)	B	SB	SB	SB	SB

Sumber : Departemen Kehutanan (1985)

#### Indeks Bahaya Erosi (IBE)

Indeks Bahaya Erosi (IBE) menunjukkan kejadian erosi yang terjadi pada suatu lahan pada tingkat membahayakan atau status ancaman degradasi lahan atau tidak. IBE ditentukan dengan membandingkan nilai laju erosi(A) dengan nilai erosi yang diperbolehkan (EDP) dengan persamaan berikut ini.

$$IBE = \frac{\text{Laju erosi (A)}}{\text{Erosi diperbolehkan (EDP)}} \quad (10)$$

Hasil perhitungan tersebut kemudian dikalsifikasikan seperti yang disajikan pada dibawah Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi indeks bahaya erosi (IBE)

Nilai Indeks Bahaya Erosi	Klasifikasi
<1,00	Rendah
1,01 – 4,00	Sedang
4,01 – 10,00	Tinggi

>10,00

Sangat tinggi

---

Sumber : Hammer (1981) dalam Arsyad (2010)

### Keharmonisan Spasial

Pendekatan spasial/unit ekologis untuk keharmonisan spasial adalah upaya memaksimalkan penggunaan keseluruhan lahan Sub DAS Ngrancah dalam batasan faktor kendala berupa nilai erosi yang ditoleransi. Kondisi tersebut diformulasikan sebagai permasalahan program linier dengan menggunakan indeks  $i$  untuk mempresentasikan jenis penggunaan lahan dan variabel  $X$  untuk mempresentasikan prosentase luasan penggunaan lahan suatu sub-DAS dengan hasil berupa sebuah set  $X_i$  yang mengoptimalkan penggunaan lahan.

$X_i$  = prosentase luas penggunaan lahan

$i = 1, \dots, n$

dengan 1 = hutan, 2 = kebun campur, 3 = tegalan/ladang, 4 = sawah tadah hujan, 5 = pemukiman/pekarangan, .....  $n = \dots\dots$

Formulasi :

$$\text{Max}Z = \sum_{i=1}^n c_j x_i \quad (11)$$

Persamaan di atas merupakan fungsi tujuan dengan  $c_j$  berupa koefisien fungsi tujuan yang dalam permasalahan ini semua  $c_j$  bernilai 1 yang berarti tidak ada pembobotan pada masing-masing penggunaan lahan.

$$\sum_{j=1}^n X_i = b \quad (12)$$

Persamaan (12) merupakan kendala luasan sub-DAS yang mengatur/menjamin bahwa set solusi merupakan komposisi pemanfaatan lahan pada masing-masing sub-DAS akan menggunakan semua lahan pada sub-DAS tersebut yang disimbolkan dengan  $b$  yang mempresentasikan ketersediaan sumberdaya.

$$\sum_{j=1}^n AX_j \leq b \quad (13)$$

Pertidaksamaan tersebut menunjukkan bahwa set solusi komposisi penggunaan lahan optimal pada masing-masing sub-DAS yang dihasilkan tidak akan melebihi nilai erosi yang diperbolehkan ( $b$ ) pada sub-DAS tersebut.  $A$  merupakan matriks fungsi kendala, pada kendala erosi,  $A$  merupakan matriks erosi aktual ( $E_a$ ) untuk masing-masing penggunaan lahan. Perhitungan optimasi dilakukan dengan menggunakan program QSB + (Quantitative System for Business Plus) dalam menu linear programming.

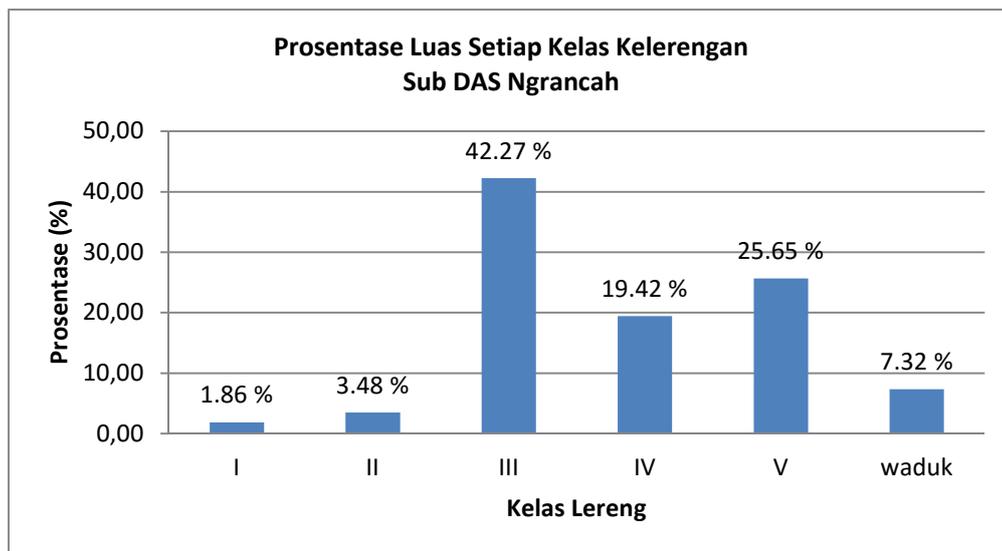
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Erosi, Kelas Erosi (Tingkat Bahaya Erosi), Kelas Indeks Bahaya Erosi (IBE)

Pembentukan spasialekologis berdasarkan overlay/tumpang susun peta bentuk lahan, kelerengan, peta jenis tanah dan penggunaan lahan. Peta penggunaan lahan bersumber dari interpretasi Citra SPOT tahun 2013. Hasil overlay/tumpang susun dalam skala 1 : 50.000 dalam wilayah studi/penelitian terbentuk 28 variasi kombinasi. Berdasarkan Minimum Legible Area dalam skala 1 : 50.000 (Vink, 1975), terbentuk 80 spasial/unit ekologis. Penggunaan yang ada dalam Sub DAS Ngrancah antara lain hutan, kebun campur, sawah tadah hujan, tegalan, pemukiman dan pekarangan. Hasil pendugaan erosi, kelas erosi/tingkat bahaya erosi, indeks bahaya erosi dan indeks kekeringan dapat dilihat pada lampiran 1,

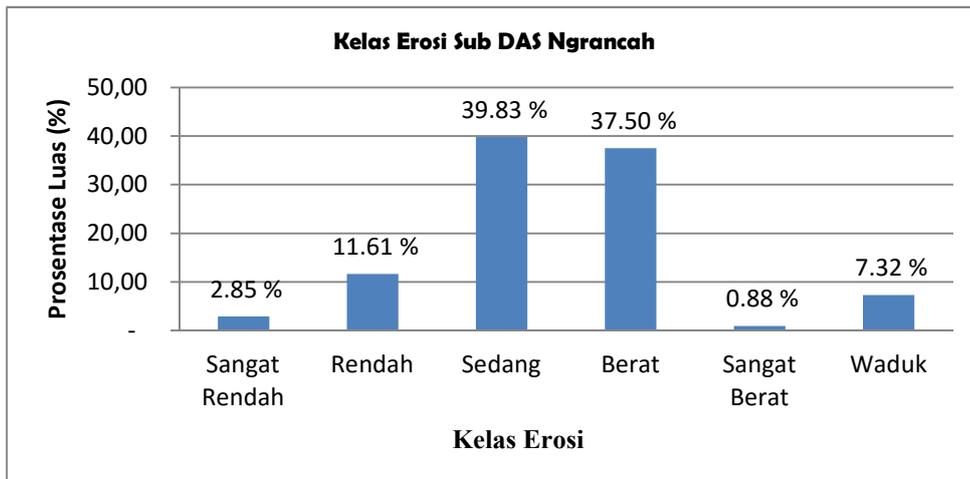
Erosi adalah peristiwa terkikisnya tanah dari suatu tempat ke tempat yang lain baik karena adanya tenaga air dan angin (Arsyad, 2010). Pada daerah tropis seperti di Indonesia, erosi terutama disebabkan oleh air hujan. Jatuhnya hujan ke permukaan tanah dan adanya aliran permukaan tersebutlah merupakan pemicu terjadinya erosi. DAS yang berukuran kecil, aliran permukaan dan penggunaan lahan lebih dominan pengaruhnya terhadap debit puncak, sedangkan pada DAS besar pengaruh simpanan saluran lebih dominan. Sub DAS Ngrancah termasuk DAS yang berukuran kecil mempunyai topografi yang cukup berat/terjal, dimana lebih dari 80% luas arealnya

berada dalam kelas kelerengan agak curam (kelas kelerengan III/ kelerengan 15 – 25%) sampai dengan sangat curam (kelas kelerengan V/ kelerengan > 40%). Prosentase luas untuk masing-masing kelas kelerengan di Sub DAS Ngrancah dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini.

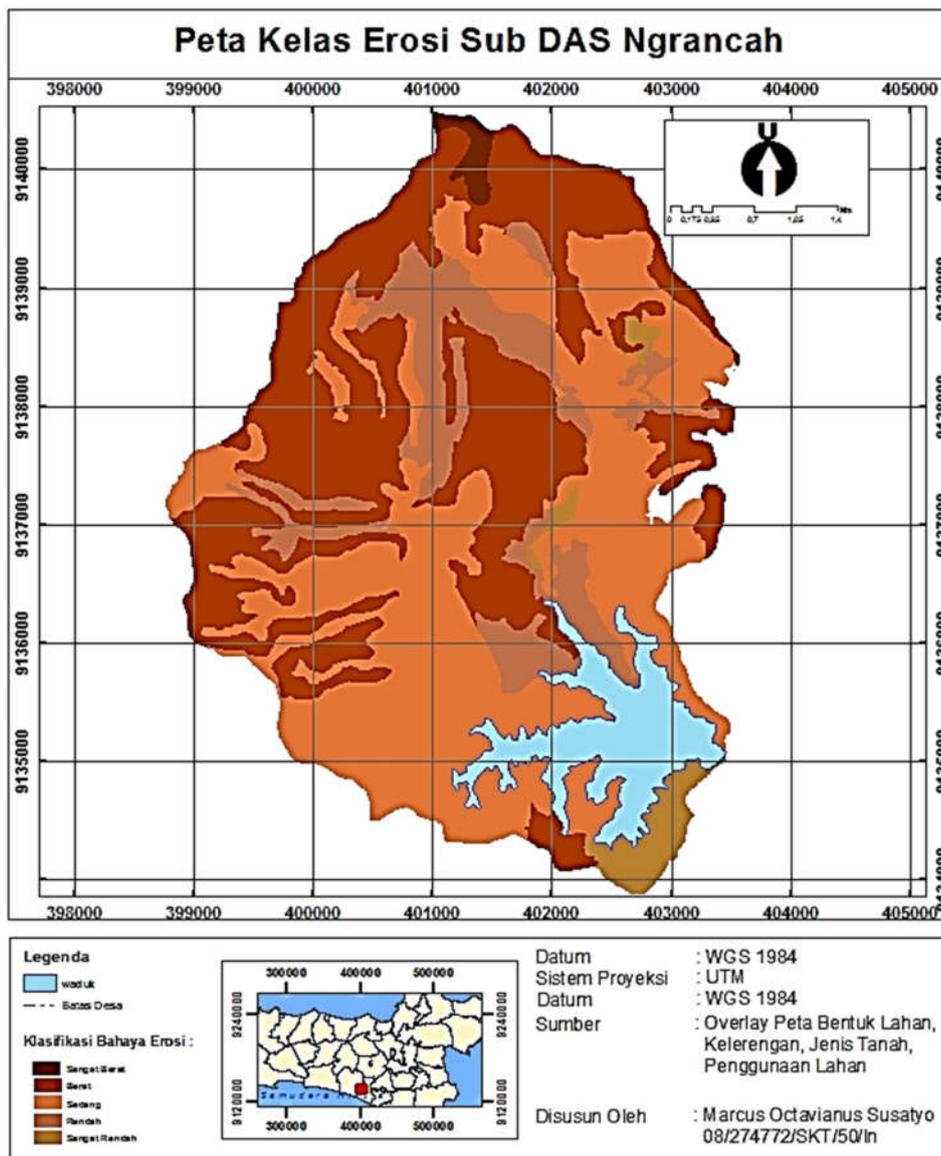


Gambar 1. Prosentase Luas Setiap Kelas Kelerengan di Sub DAS Ngrancah (Sumber : Pengolahan Data)

Topografi Sub DAS Ngrancah yang mayoritas cukup curam tersebut merupakan faktor pemicu terjadinya erosi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa erosi terendah sebesar 3,83ton/ha/tahun dan tertinggi 494,91 ton/ha/tahun. Salah satu faktor penghambat yang dapat mencegah terjadinya erosi adalah penggunaan lahan, akan tetapi penggunaan lahan aktual Sub DAS Ngrancah sekarang ini ternyata masih memberikan/mengakibatkan erosi yang cukup besar. Kondisi tersebut tercermin dari seberapa berat erosi yang terjadi pada suatu lahan dan berdasarkan hasil penelitian, sekitar 39,83% termasuk kelas sedang dan 38,39% termasuk kelas berat sampai sangat berat dari keseluruhan luas Sub DAS Ngrancah. Prosentase luasan kelas erosi dan peta penyebarannya dapat dilihat pada gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Prosentase Luas Kelas Erosi/Tingkat Bahaya Erosi di Sub Das Ngrancah (Sumber : Pengolahan Data)



Gambar 3. Peta Pesebaran Kelas Erosi di Sub DAS Ngrancah  
(Sumber : Pengolahan Data)

Upaya pencegahan/pengendalian erosi tidak hanya dari sisi pengelolaan tanaman saja, tetapi juga dibantu dengan tindakan konservasi tanah dan air. Pada lokasi penelitian yang sama, Kusumandari (2012) menyampaikan bahwa faktor P (praktek konservasi tanah dan air) merupakan salah satu faktor yang paling dominan dalam pembentukan klaster, sehingga dapat dikatakan faktor P harus dipertimbangkan untuk kepentingan penanganan erosi. Berdasarkan hasil pengamatan dilapangan, pembuatan teras mayoritas adalah teras tradisional dan teras bangku kurang baik. Kondisi teras tersebut memberikan dampak kurang maksimalnya

pengecahan erosi yang berakibat pada masih tingginya tingkat erosi di wilayah tersebut. Berkaitan dengan hal tersebut, upaya perbaikan perlu dilakukan dengan pelibatan dan pemberdayaan masyarakat setempat untuk melakukan teknik konservasi tanah dan air secara maksimal.

## B. Keharmonisan Spasial

Salah satu bentuk keberlanjutan pembangunan dari dimensi ekologi adalah adanya keharmonisan spasial, dimana dalam setiap pembangunan wilayah harus mengalokasikan areal konservasi yang selama ini lebih diidentikkan dalam bentuk areal/kawasan hutan. Hasil pendekatan spasial ekologis untuk pengelolaan DAS berkelanjutan berbasis pengendalian erosi dengan menggunakan QSB+ dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini.

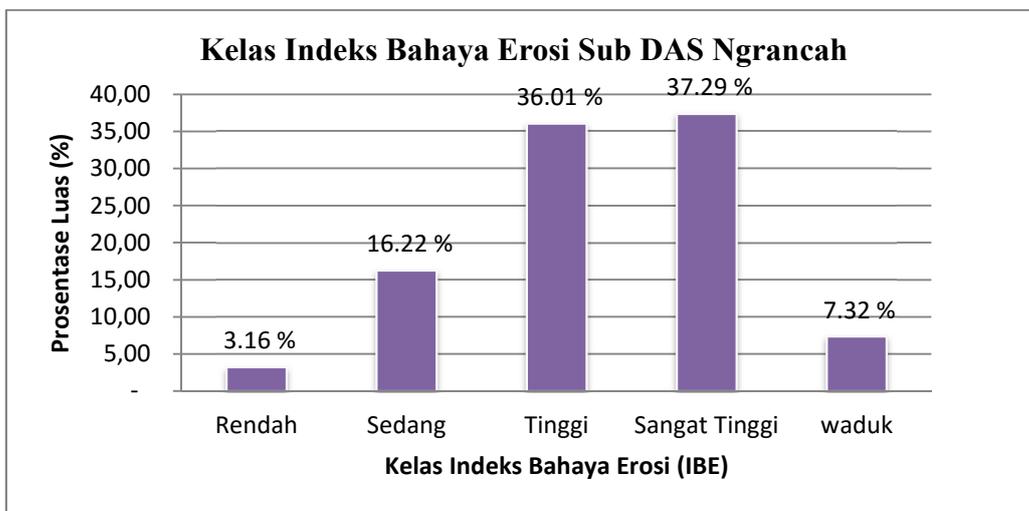
Tabel 3. Keharmonisan Spasial Berbasis Pengendalian Erosi

	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	Ht	36,7565	2,38	87,4804	0	basic	2,38	2,38
2	Kc	0,056	92,82	5,1996	0	basic	92,82	92,82
3	St	0	0,32	0	0	at bound	"=M	0,32
4	Tg	0	2,84	0	0	at bound	"=M	2,84
5	Pmpk	0	1,65	0	0	at bound	"=M	1,65
	Objective	Function	(Max.) =	92,68	(Note:	Alternate	Solution	Exists!!)
		Left Hand		Right Hand	Slack or	Shadow	Allowable	Allowable
	Constraint	Side	Direction	Side	Surplus	Price	Min. RHS	Max. RHS
1	C1	92,68	<=	92,68	0	1	10,5303	172,8109
2	C2	37.316,98	<=	37.316,98	0	0	20.013,43	328.437,10

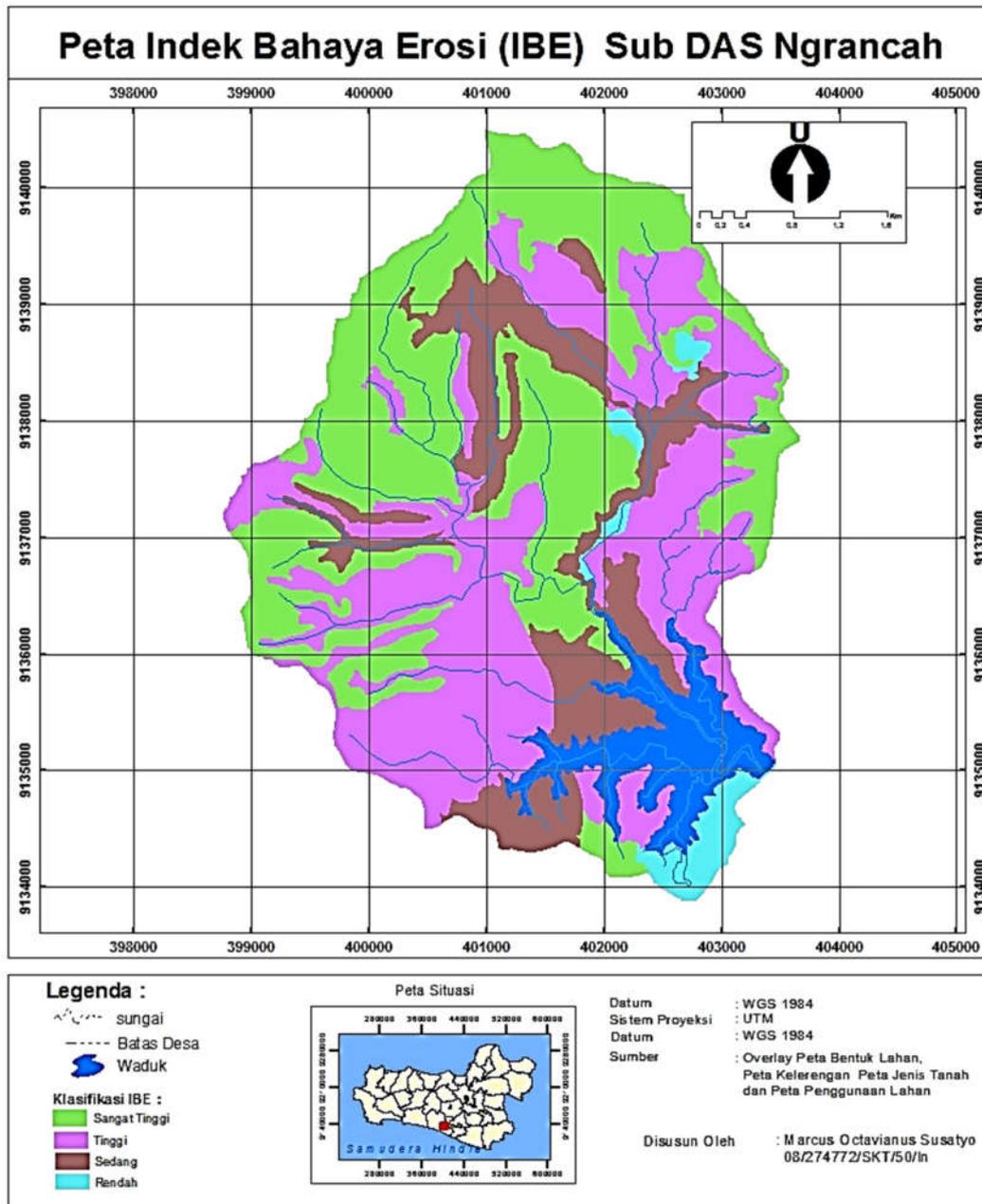
Sumber : Pengolahan Data

Pada Sub DAS Ngrancah diperoleh hasil bahwa untuk memperoleh keharmonisan spasial dalam rangka pengelolaan Sub DAS Ngrancah berkelanjutan perlu dialokasikan areal konservasi yang diidentikkan dengan hutan seluas sekitar 87,48% dari luas total Sub DAS Ngrancah. Besarnya arahan penambahan areal yang berhutan cukup signifikan dari yang semula sebesar 2,38% menjadi 87,48% dari total luas Sub DAS Ngrancah, bahkan terhadap ketentuan yang selama ini dipedomani yaitu seluas 30% dari luas DAS. Kondisi tersebut dapat dipahami mengingat

berdasarkan Indeks Bahaya Erosi, sekitar 73,30% dari luas total lahan Sub DAS Ngrancah termasuk dalam kelas tinggi dan sangat tinggi. Indeks Bahaya Erosi (IBE) menunjukkan kejadian erosi yang terjadi pada suatu lahan pada tingkat membahayakan atau status ancaman degradasi lahan atau tidak. Angka 73,30% dari luas total Sub DAS Ngrancah dalam kelas Indeks Bahaya Erosi (IBE) tinggi sampai sangat tinggi memberikan gambaran bahwa 73,30% luas lahan di Sub DAS Ngrancah mengalami erosi lebih dari 2 kali erosi yang diperkenankan. Program QSB+ secara otomatis mencoba mengoptimalkan penggunaan lahan dengan faktor kendala erosi, sehingga besarnya perbandingan antara erosi aktual yang terjadi dengan erosi yang diperkenankan akan berpengaruh terhadap output/hasil optimalisasinya. Prosentase luas untuk masing-masing kelas Indeks Bahaya Erosi (IBE) dan peta penyebarannya di Sub DAS Ngrancah dapat dilihat pada gambar 4 dan gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Kelas Indeks Bahaya Erosi (IBE) di Sub DAS Ngrancah  
(Sumber : Pengolahan Data)



Gambar 5. Peta Pesebaran Kelas Indeks Bahaya Erosi di Sub DAS Ngrancah (Sumber : Pengolahan Data)

Apabila dilihat dari arahan fungsi kawasan, alokasi luasan tersebut dapat dimaklumi mengingat wilayah Sub DAS Ngrancah termasuk dalam arahan fungsi lindung. Arahan fungsi kawasan lindung di Sub DAS Ngrancah terutama dikarenakan topografinya/kelerengan yang relatif terjal ( $>40\%$ ) dan adanya obyek vital yang perlu dilindungi yaitu Waduk Sermo. Penambahan luas areal konservasi

yang diidentikan dengan hutan dan atau areal yang dapat berfungsi sebagai hutan dapat dimungkinkan dengan pembangunan hutan rakyat/agroforestry.

### KESIMPULAN

1. Erosi yang terjadi di Sub DAS Ngrancah sangar bervariasi, mulai dari 3,83 ton/ha/th sampai dengan 494,91 ton/ha/tahun. Kondisi Sub DAS Ngrancah cukup memprihatinkan mengingat sekitar 39,98% luas arealnya termasuk kelas erosi sedang, dan sekitar 38,38% termasuk kelas erosi berat sampai sangat berat. Sementara terhadap indeks bahaya erosi, sekitar 16,22% termasuk sedang dan sekitar 73,30% termasuk tinggi sampai sangat tinggi.
2. Pendekatan spasial ekologis untuk pengelolaan DAS berkelanjutan dengan QSB+ program dalam upaya pengendalian erosi menunjukkan bahwa untuk mencapai keharmonisan spasial ekologis diperlukan sekitar 87,48% area konservasi (area yang diidentikan dengan fungsi hutan) dari total areal Sub DAS Ngrancah. Pembangunan hutan rakyat dan atau agroforestry dengan pelibatan masyarakat sekitar sangat disarankan untuk memenuhi kerhamonisan spasial tersebut mengingat kondisi aktual sekarang ini hanya sekitar 2% dari luas Sub DAS Ngrancah areal yang berupa kawasan hutan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1985. Pedoman Penyusunan Rencana Teknik Lapangan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah. Direktorat Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan. Departemen Kehutanan.
- , 2012. Peraturan Presiden RI Nomor 27 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Jakarta
- , 2012. Rencana Pengelolaan DAS Terpadu Serang. Balai Pengelolaan DAS Serayu Opak Progo, Yogyakarta
- Arsyad S, 2010. **Konservasi Tanah dan Air**. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Fauzi, A. dan Suzzy Anna. 2005. Pemodelan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan untuk Analisis Kebijakan. PT. Gramedia. Jakarta.

- Fernandez, E. 1993. Strategies for Strengthening Watershed Management in Tropical Mountain Areas. Kumpulan naskah pada Wathershed Management, Torent and Avalanche Control, Land Rehabilitation and Erosion Control.
- Hufschmidt, M.M. 1986. A Conceptual Framework for Analysis of Watershed Management Activities, Strategies, Approaches and Systems in integrated Watershed Management. Conservation Guide 14. Roma.
- Kusumandari A, Djoko Marsono, Sambas Sabarnudin, Totok Gunawan. 2012. Pengklasteran Erosi di Sub DAS Ngrancah Kulon Progo. J. Manusia dan Lingkungan. Vol. 19, No. 1, Maret 2012
- Manasinghe, Mohan. 1993. Environmental Economics and Sustainable Development. The World Bank. Wasington DS.
- Renard, KG., G.R. Foster, G.A. Weesies, D.A. McCool, and D.C. Yooder. 1997. Predicting Soil Erosion by Water. A Guide to Conservation Planning with the Revised Univesal Soil Loss Equation (RUSLE). Printing Offise, Washington DC.
- Rossiter, DG. 1999. Soil Geographic Databases. Soil Science Devision. International Institute For Aerospace & Erath Science (ITC).
- Vink, APA. 1975. Land Use in Advancing Agriculture. Springer-Verlag. New York
- Williams JR. (1995). The Epic Model. Computer Models Of Watershed Hydrology. Water Resources Publication.