



**KAJIAN PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN TERHADAP LAJU EROSI
PERMUKAAN DI DAERAH TANGKAPAN AIR WADUK MRICA**

Fahrudin Hanafi

Tenaga Ahli CV HYCON ANDRAMEDA

Email: fahrudin.hanafi@gmail.com

Sejarah Artikel

Diterima: Agustus 2014

Disetujui: Oktober 2014

Dipublikasikan: Januari 2015

Abstract

Surface erosion is one of the determining variable of critical watershed, this related to river basin management which always prioritized to critical land . Along with land use changes that lower watershed function, the assessment of land use change on surface erosion becomes very important. The research was conducted on catchment of Mrica reservoir, especially in Serayu, Merawu, Lumajang, and Liangan. The data input of land use changes are from 2001-2009 that using Landsat TM and ALOS. The soil loss calculating method is MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation). DEM data as a function of slope can be used to analyze at pixel level of accuracy, soil data as erodibility function, and discharge as erosivity function. Musle analysis results indicate that the average surface erosion of Mrica reservoir catchment are 16,775,896 tons per year or 11,183,931 m³ per year, equivalent to the soil loss thickness as 16:13 mm per year. Result of land use changes effect to surface erosion in the research area are moor, plantations, and scrub with R :0.85 positive correlation; 0.84, and 0.86. Forest, correlates negatively to the surface erosion with R coefficient: 0.88. Thus, managing land use with high correlation coefficient will greater impact to suppress soil loss/ erosion.

Keyword: surface erosion, land use changes, MUSLE

Abstrak

Erosi permukaan merupakan salah satu variabel penentuan dalam penentuan DAS kritis, dan pengelolaan DAS selalu diprioritaskan pada lahan yang mulai mengalami penurunan fungsi DAS. Seiring dengan perubahan tata guna lahan yang bersifat menurunkan fungsi DAS, maka kajian perubahan tata guna lahan terhadap erosi permukaan menjadi sangat penting. Penelitian ini dilakukan pada DTA (Daerah Tangkapan Air) Waduk Mrica terutama pada DAS Serayu, Merawu, Lumajang, dan Liangan.

Input data perubahan lahan dari tahun 2001-2009 yang memanfaatkan Citra Landsat TM, dan ALOS. Metode untuk menghitung kehilangan tanah adalah MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation). Data DEM sebagai fungsi lereng bisa dipergunakan untuk analisis dengan tingkat ketelitian piksel, data tanah sebagai fungsi erodibilitas, dan debit sebagai erosivitas.

Hasil analisis MUSLE menunjukkan bahwa erosi permukaan rata-rata DTA Waduk Mrica sebesar 16.775.896 ton per tahun atau 11.183.931 m³ per tahun, atau setara dengan kehilangan tanah sebanyak 16.13 mm per tahun. Kajian tata guna lahan yang sangat mempengaruhi erosi permukaan pada daerah penelitian adalah ladang/tegalan, perkebunan, dan semak dengan korelasi positif R sebesar 0,85; 0,84; dan 0,86. Hutan berkorelasi berkorelasi negatif terhadap erosi permukaan yaitu R : 0,88. Dengan demikian apabila dilakukan pengelolaan pada penggunaan lahan yang mempunyai korelasi positif terhadap erosi permukaan, maka erosi permukaan bisa ditekan.

Kata Kunci: Erosi permukaan, perubahan penggunaan lahan, MUSLE

1. PENDAHULUAN

Waduk Mrica merupakan salah satu bangunan air penting pada DAS Serayu dan sekitarnya. Terutama dalam penyediaan dan distribusi air untuk wilayah Kab. Banjarnegara, Kab. Purbalingga, Kab. Banyumas, dan Kab. Cilacap. Waduk Mrica pada elevasi +231 m mempunyai luas genangan 8,85 Km², cekungan yang dihasilkan mampu menampung air hingga 140 juta m³ dan menghasilkan debit 11 m³/detik untuk irigasi, perikanan darat, dan pariwisata. Waduk Mrica selain dikenal sebagai bangunan penampung air, juga sebagai Waduk Pembangkit Listrik (PLTA) Panglima Besar Sudirman dengan jumlah suplay listrik 580.000 MWH yang menjadi sumber energi untuk Jawa Tengah dan sekitarnya, (Soewarno, 1989). Berdasarkan analisis sedimentasi oleh Soewarno, diperkirakan umur waduk terhadap endapan adalah berkisar 38,5 – 46 tahun. Namun seiring dengan perubahan penggunaan lahan di daerah tangkapan waduk, terjadi perubahan kapasitas tampung dan respon hidrologi DAS waduk.

Masalah kerusakan ekosistem Daerah Aliran Sungai (DAS), dan menurunnya daya dukung lingkungan merupakan akibat dari meningkatnya tekanan pemanfaatan lahan dan kurangnya usaha konservasi. Berkurangnya luas hutan yang berubah menjadi daerah permukiman, lahan pertanian atau industri menjadi pemicu cepatnya penurunan kualitas

DAS. Kualitas kekritisan DAS dapat di analisis dari berbagai faktor, dan salah satunya adalah laju erosi. Permasalahan pokok pada daerah penelitian adalah perlu mengetahui jenis penggunaan lahan yang sekiranya sangat mempengaruhi pada laju erosi permukaan, melalui kajian seluruh wilayah tangkapan DTA Waduk Mrica dalam skala pengamatan yang lebih detil (piksel).

Tujuan penelitian ini adalah mengkaji perubahan penggunaan lahan di DTA Waduk Mrica terhadap erosi permukaan, sehingga bisa digunakan untuk penentuan pola pengelolaan DAS yang diintensifkan pada penggunaan lahan-penggunaan lahan yang berpengaruh besar pada erosi permukaan.

2. METODOLOGI

Data debit puncak diperoleh dari data AWLR Jembatan Rejasa, Merawu pada AWLR jembatan Clangap, AWLR Lumajang, dan AWLR Liangan dari tahun 2001-2009. Data *Q_p* dipilih setiap bulannya debit tertinggi dalam satu hari.

Data debit dan volume untuk analisis *Q*, menggunakan data pengamatan stasiun AWLR yang dikalibrasi dengan data curah hujan. Kalibrasi dan simulasi dilakukan pada masing-masing DAS tahun 2001-2009 menggunakan model MOCK. Variabel DAS yang digunakan dalam MOCK adalah evapotranspirasi nyata, pengisian lengas tanah permukaan, direct

runoff, infiltrasi, perubahan groundwater storage, dan aliran dasar (Sudjarwadi, 2008).

Limpasan/ debit daerah penelitian hasil pengukuran AWLR Jembatan Rejasa, jembatan Clangap, Lumajang, dan Liangan menunjukkan

data yang cukup signifikan dengan curah hujan. Saat dilakukan kalibrasi dengan model MOCK signifikansi mencapai 85 %. Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran debit rerata bulanan tiap DAS.

Tabel 1. Rerata debit bulanan di daerah tangkapan Waduk Mrica (dalam mm)

DAS	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Serayu	2140,5	1934,8	1814,2	3047,0	1322,8	842,2	528,0	400,8	426,8	1659,7	2344,5	2815,9
Merawu	689,7	748,0	1241,5	1014,9	462,7	286,6	211,3	111,2	120,8	431,8	544,6	708,4
Lumajang	30,5	24,9	37,5	38,9	19,0	14,9	13,3	9,1	9,6	22,5	49,8	71,0
Liangan	53,8	56,3	92,7	34,6	15,8	22,9	24,4	2,7	0,0	20,2	67,7	94,9
Jumlah	2914,6	2763,9	3186,0	4135,2	1820,3	1166,6	777,1	523,8	557,1	2134,1	3006,6	3690,2

Sumber: Rekapitulasi Data AWLR

LS selain sebagai faktor L dan S juga dapat dikombinasi kedalam satu indek, yang menunjukkan rasio kehilangan tanah terhadap panjang dan kemiringan lereng pada kondisi standar kemiringan 5° dan panjang 22 m (LS = 1) (Morgan, 2005). Pada penelitian ini menggunakan rumus Moore dan Burch (Kinell, 2008). Data yang digunakan adalah ASTER DEM sehingga faktor LS dapat dihitung dengan skala unit area piksel.

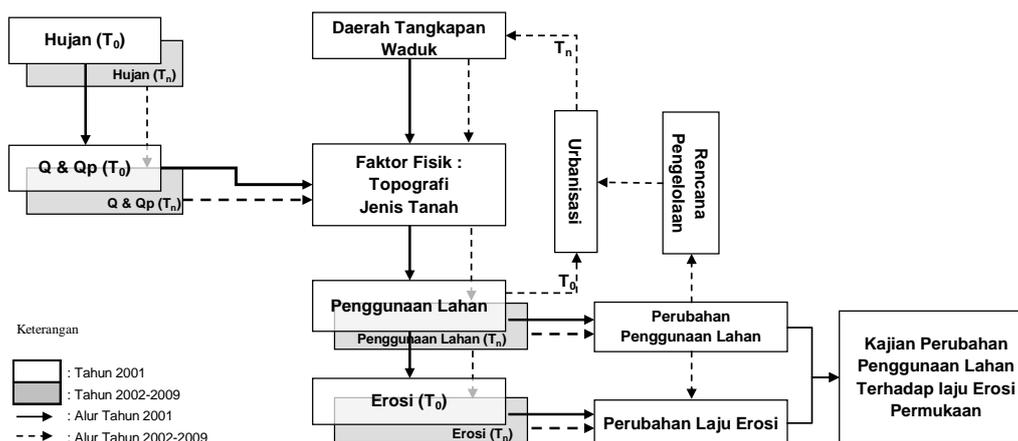
$$LS = \left(\frac{\text{Flow Accumulation} \times \text{Cell Size}}{22,13} \right)^{0,4} (\sin.\text{slope} * 0,0896)^{1,3}$$

Sumber data tata guna lahan diperoleh dari data citra Landsat TM tahun 2001, 2003, 2005, dan 2007, sedangkan tahun 2009 menggunakan data citra ALOS. Ekstraksi data penggunaan lahan dilakukan dengan klasifikasi terselia (*maximum likelihood*) (Danoedoro, 1996).

Peta faktor CP dibuat dengan selang 2 tahun karena waktu perubahan lahan yang

panjang. Biasanya penggunaan lahan relatif tetap, bila terjadi perubahan biasanya perlahan-lahan, sehingga perubahan lahan akan terlihat bila penggunaan lahan awal dan akhir dalam rentang waktu yang lebih dari 1 atau 2 tahun. Turunan peta CP diperoleh dari *look up* tabel CP terhadap berbagai penggunaan lahan di Pulau Jawa (Abdurrachman dkk, dalam Kementerian PU, 2006).

Hasil analisis erosi permukaan formula MUSLE setiap tahun dikontrol dengan data sedimentasi waduk, melalui optimasi nilai CP. Selanjutnya data erosi MUSLE permukaan 2001-2009 hasil kalibrasi di korelasikan dengan data perubahan penggunaan lahan tahun 2001-2009. Kerangka pikir pemikiran ditunjukkan pada gambar 2, dimana T0 adalah waktu awal pengamatan (2001), dan Tn adalah waktu pengamatan tahunan.



Gambar 2. Kerangka Pemikiran Penelitian

Hasil perhitungan erosi permukaan kemudian dikorelasikan dengan data perubahan penggunaan lahan untuk menentukan koefisien korelasi dan mengetahui jenis penggunaan lahan yang bersifat positif dalam meningkatkan erosi atau negatif yang mengurangi erosi. Uji hasil erosi dilakukan dengan menggunakan koefisien pearson (Dajan, 1984). Variabel I dan II dari hasil menyusun dan memilah penggunaan lahan yang sejenis, dan menghitung rasio imbuhan erosi oleh tiap penggunaan lahan, dan korelasinya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kajian perubahan penggunaan lahan pada penelitian ini, menitikberatkan pada dinamika yang dihasilkan oleh Faktor R (Q puncak dan Q rerata) sebagai energi pembawa erosi, dan penggunaan lahan sebagai penahan laju energi kinetik hujan atau bentuk abstraksi lahan dalam menahan erosi permukaan. Faktor LS dan K, diasumsikan sebagai faktor asli sehingga dalam

perhitungan dibiarkan tetap. Peranan faktor temporal, sebagai fungsi perubahan sangat penting, maka pada penelitian ini analisis erosi permukaan dihitung menggunakan formula MUSLE setiap tahun.

Data penggunaan lahan dihasilkan dari klasifikasi *maximum likelihood* setelah dilakukan survey dengan metode *stratified random sampling*. Hasil analisis ketelitian klasifikasi menunjukkan bahwa tingkat ketelitian klasifikasi Citra daerah penelitian 88,11 %, yang berarti memadai untuk kajian perubahan penggunaan lahan.

Hasil pengamatan lapangan disusun peta penggunaan lahan tahun 2001, 2003, 2005, 2007, dan 2009. Hasil generalisasi peta penggunaan lahan daerah penelitian diperoleh jenis penggunaan lahan sebagai berikut : ladang/ tegalan, perkebunan lain, perkebunan teh, permukiman/ lahan terbangun, sawah irigasi/ non irigasi, semak/ belukar/ rumput, hutan homogen, hutan tidak homogen.



a.



b.



c.



d.



e.



f.



g.



h.



i.



j.



k.



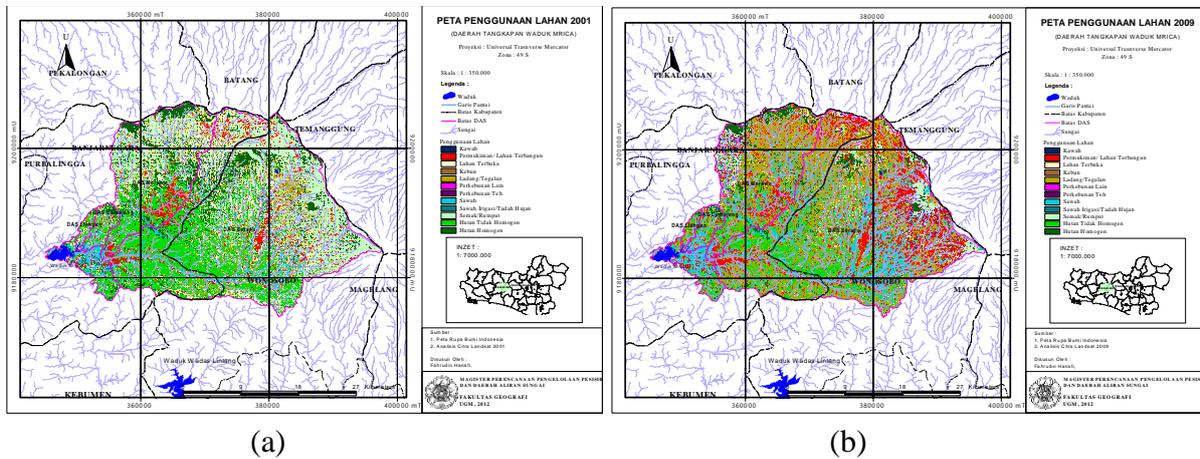
l.

Gambar 3. Jenis penggunaan lahan di DTA Waduk Mrica (a. tubuh air, b. perkebunan teh, c. perkebunan salak, d. hutan homogen, e. hutan heterogen, f. semak/ belukar, g. permukiman, h. sawah irigasi, i. sawah tadah hujan, j. Kebun, k. ladang/ tegalan bawang, l. ladang/ tegalan sawi, m. ladang/ tegalan jagung) (Sumber: Hasil Survey 29.11.2012)

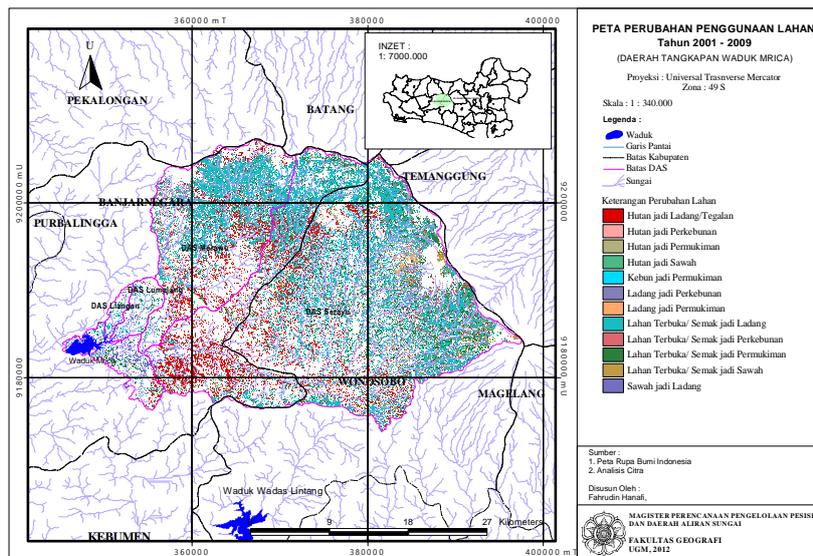
3.1 Perubahan Penggunaan Lahan

Didalam melakukan kajian perubahan lahan, untuk mendapatkan pola perubahan lahan terhadap erosi, harus membandingkan erosi permukaan yang sudah terkalibrasi dengan perubahan penggunaan lahan dari tahun 2001-2009. Gambar 4 menunjukkan peta penggunaan lahan tahun 2001 dan 2009. Kajian perubahan lahan menunjukkan perubahan

penggunaan lahan yang cukup signifikan pada hutan dan ladang. Hutan dan belukar rata-rata berubah menjadi ladang/ tegalan dan perkebunan, dan sebagian kecil menjadi permukiman dan sawah. Dalam kurun waktu 9 tahun, luas mengalami penurunan (tersisa ¼ dari tahun 2001), dan erosi meningkat seiring dengan penambahan luas ladang, permukiman, sawah dan perkebunan.



Gambar 4. Peta Penggunaan Lahan DTA Waduk Mrica (a. 2001, b. 2009)



Gambar 5. Peta Perubahan Penggunaan Lahan DTA aduk Mrica (2001-2009)

• Alamat Korespondensi :
Gedung C1 Lantai 1FIS UNNES
Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229
E-mail : geografiunnes@gmail.com

Gambar 5 menunjukkan perubahan penggunaan lahan th. 2001-2009, secara spasial. Dari gambar tersebut nampak bahwa banyak daerah hutan, dan semak/ belukar yang

dirubah menjadi ladang. Tabel 2. menunjukkan perubahan luas penggunaan lahan yang terjadi kurun waktu 9 tahun di DTA Waduk Mrica.

Tabel 2. Rekapitulasi Perubahan Penggunaan Lahan DTA Mrica 2001-2009

Penggunaan Lahan	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	Luas Km2								
Hutan Homogen	229.13	166.17	102.35	102.35	98.88	98.88	93.22	93.22	67.12
Hutan Heterogen	194.08	142.41	108.24	108.24	106.60	106.60	104.71	104.71	74.74
Kebun/Ladang/ Tegalan	91.35	199.89	230.77	230.77	217.58	217.58	304.36	304.36	317.62
Permukiman	28.66	25.70	48.33	48.33	51.56	51.56	40.64	40.64	60.80
Sawah/Sawah Tadah Hujan	15.74	22.65	61.90	61.90	62.06	62.06	68.87	68.87	54.04
Semak/ Rumpul/ Lahan Terbuka	154.07	147.74	142.70	142.70	151.31	151.31	98.14	98.14	37.46
Perkebunan Lain	0.14	1.62	3.66	3.66	7.88	7.88	2.30	2.30	93.30
"Perkebunan Teh"	0.83	6.11	14.71	14.71	16.95	16.95	0.86	0.86	8.17
	714.61								

Sumber : Hasil Analisis

3.2 Hasil Analisis Erosi Permukaan MUSLE

Berdasarkan analisis dan kalibrasi erosi dari 4 DAS hulu Waduk Mrica, serta dengan asumsi rasio penghantaran erosi menjadi sedimen sebesar 16 % maka dihasilkan rerata erosi yang menjadi sedimen kedalam waduk sebesar 2.684.143,37 m³ per tahun. Detailnya adalah yang paling besar adalah berasal dari DAS Serayu yaitu 81,5 %. Kondisi ini wajar mengingat luas DAS serayu adalah yang paling besar dari 3 DAS lainnya. Hasil erosi DTA Waduk Mrica 81,5 % berasal dari Sungai Serayu, 17,7 % berasal dari Sungai Merawu, 0,5 % berasal dari Sungai Lumajang, dan 0,2 % berasal dari Sungai Liangan.

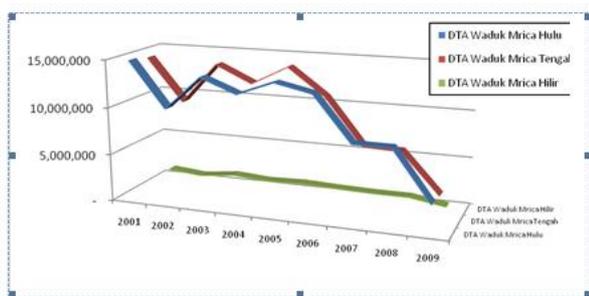
Erosi DTA Waduk Mrica sedemikian sebanding dengan kehilangan tanah tahunan yang setara dengan kelas sangat berat yaitu 16,13 mm per tahun. Hasil ini melebihi

perhitungan pada penelitian Ari Wulandari (2007) yang menyatakan erosi DTA Waduk Mrica reratanya adalah sebesar 4,11 mm per tahun, atau 4,4 mm/ tahun hasil penelitian Harjadi (2009).

Rata-rata erosi permukaan yang terjadi dihulu pada setiap sub DAS di tangkapan Waduk Mrica adalah 8.781.318 ton per tahun atau 38,5 %, daerah tengah sebesar 9.533.808 ton per tahun atau 41,8 %, daerah hilir sebesar 4.493.780 ton per tahun atau 19,7 %. Untuk lebih mudah memahami fluktuasi rerata erosi pada tiap-tiap bagian DTA Mrica, maka dapat dilihat pada Gambar 6.

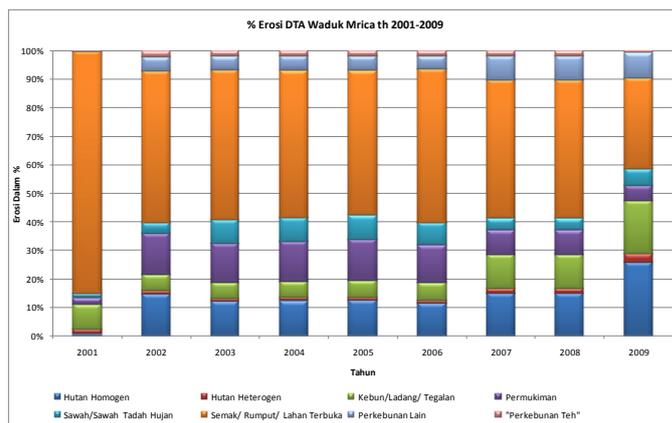
Erosi yang dihasilkan oleh setiap jenis penggunaan lahan dapat dihitung dengan melakukan perhitungan erosi permukaan pada masing-masing penggunaan lahan. Maka berdasarkan perubahan luas penggunaan lahan

dapat dibandingkan dengan erosi yang dihasilkan oleh setiap jenis penggunaan lahan dalam bentuk rasio didalam DTA Mrica. Erosi pada dasarnya adalah sesuatu yang wajar, yaitu respon lahan terhadap energi yang jatuh/ lewat diatasnya. Maka pada batas kewajaran (tebal kehilangan tanah yang ditolerir) kehilangan tanah pasti terjadi pada suatu lahan. Banyak atau sedikit kehilangan tanah pada suatu lahan yang benar-benar sama dan seragam, serta energi yang sama dipengaruhi oleh luas tangkapannya. Berdasarkan hal tersebut maka tidak relevan bila membandingkan erosi permukaan suatu lahan dengan yang lainnya bila tidak seragam/ homogen. Maka dalam analisis perbandingan erosi permukaan yang dihasilkan masing-masing penggunaan lahan akan dikaitkan dengan luasnya terhadap luas total dalam DAS, atau dalam bentuk persentase. Begitu juga, dalam menghitung korelasi antara erosi permukaan MUSLE dan sedimentasi waduk (perubahan kedalaman), juga dilakukan secara kumulatif.



Gambar 6. Hasil Erosi Permukaan MUSLE Pada Tiap Bagian di DTA Waduk Mrica

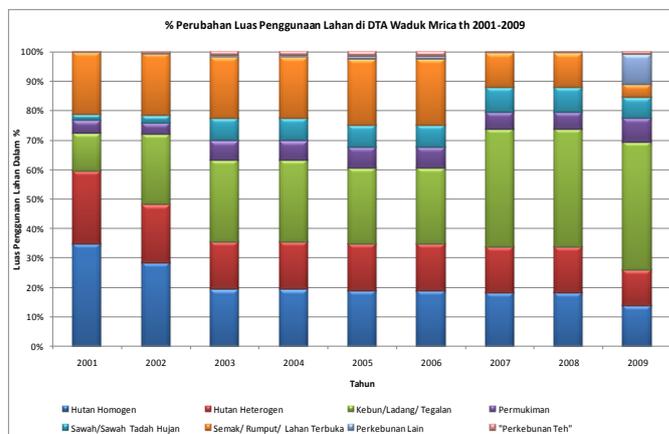
Hasil kajian perubahan penggunaan lahan terhadap erosi permukaan menunjukkan bahwa jenis penggunaan lahan yang mengurangi erosi hutan mengalami penurunan yang besar, seperti hutan homogen/ heterogen. Awal 2001 lebih dari 50 % wilayah DTA terdiri dari hutan (59,5), kemudian pada akhir 2009 menurun menjadi 20,5 %. Hal ini seiring dengan peningkatan luas penggunaan lahan tegalan/ ladang, sawah, dan perkebunan, yaitu pada awal 2001 hanya berkisar 14,7 % dan menjadi 64,8 % pada tahun 2009, atau 4 kali lipat. Meskipun jumlah erosi tahunan fluktuatif, namun peningkatan luas penggunaan lahan yang berpengaruh positif terhadap erosi tersebut juga berimbas pada peningkatan porsi jumlah erosi permukaan. Gambar 7 menunjukkan perbandingan perubahan luas penggunaan lahan kumulatif terhadap erosi kumulatif



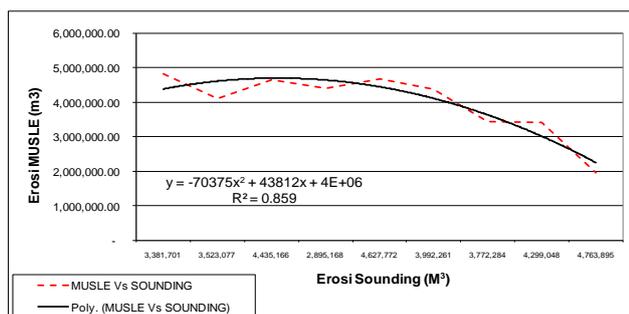
Gambar 7. Perbandingan Perubahan Luas Penggunaan Lahan Kumulatif terhadap Erosi Kumulatif di DTA Waduk Mrica Tahun 2001-2009

Hasil yang ditunjukkan oleh Gambar 7. merupakan hasil analisis dari erosi yang sudah dikalibrasi dengan menggunakan optimasi faktor CP dan korelasi perubahan volume waduk. Data erosi dianggap valid karena korelasinya tinggi, yaitu $R : 0,926$ pada perbandingan tahunan, dan $R : 0,992$ pada perbandingan komulatif (Gambar 8). Kekuatan korelasi antara erosi dan perubahan luas penggunaan lahan diukur menggunakan koefisien korelasi Pearson dengan variabel 1 adalah perubahan jumlah persentase erosi

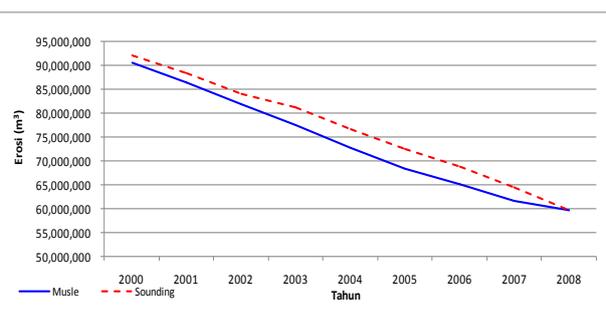
dalam DAS, dan variabel 2 yaitu perubahan persentase luas tiap penggunaan lahan.



Gambar 8. Perbandingan Erosi Komulatif di DTA Waduk Mrica Tahun 2001-2009



(a)



(b)

Gambar 9. Grafik Kalibrasi Erosi Permukaan Musle Terhadap Perubahan Volume Waduk Mrica tahun 2001-2009 (a. Kalibrasi Tahunan, b. Kalibrasi Komulatif)

Kekuatan korelasi antara erosi dan perubahan luas penggunaan lahan diukur menggunakan koefisien korelasi Pearson dengan variabel 1 adalah perubahan jumlah persentase erosi dalam DAS, dan variabel 2 yaitu perubahan persentase luas tiap penggunaan lahan. Hasil analisis menunjukkan bahwa korelasi bisa bersifat positif dan negatif. Nilai negatif artinya hubungannya (terbalik)

adalah semakin luas penggunaan lahan, maka erosi semakin kecil. Pada hutan homogen dan heterogen terjadi hubungan terbalik, yaitu bila luas hutan semakin besar maka erosi semakin kecil, begitu juga sebaliknya. Meskipun signifikansinya tidak terlalu kuat, namun polanya dapat diketahui bahwa hutan heterogen lebih sensitif terhadap erosi, dan cenderung berubah luasannya. Hal ini dikarenakan hutan

homogen adalah hutan yang bersifat dalam kawasan lindung maka perubahan lahannya tidak gampang, sedang hutan heterogen cenderung mudah dirubah fungsi lahannya karena secara umum adalah hutan produksi. Nilai positif menunjukkan hubungan antara dua variabel berbanding lurus, artinya semakin luas

penggunaan lahan tersebut, maka erosi yang dihasilkan semakin besar, begitu juga sebaliknya. Tabel 3. menunjukkan kekuatan korelasi jenis penggunaan lahan terhadap erosi, semakin mendekati 1 semakin kuat korelasi antara dua variabel.

Tabel 3. Hubungan Perubahan Luas Jenis Penggunaan Lahan dan Erosi

Penggunaan Lahan	Koefisien Korelasi				
	DAS Serayu	DAS Merawu	DAS Lumajang	DAS Liangan	Rata-Rata
Hutan Homogen	-0,80	-0,62	-0,30	-0,06	-0,44
Hutan Heterogen	-0,11	-0,97	-0,88	-0,42	-0,60
Kebun/Ladang/ Tegalan	0,45	0,97	1,00	0,99	0,85
Permukiman	0,12	0,73	0,41	0,42	0,42
Sawah/Sawah Tadah Hujan	0,63	0,40	0,41	0,58	0,50
Semak/ Rumput/ Lahan Terbuka	0,61	0,91	0,97	0,97	0,86
Perkebunan Lain	0,38	0,99	1,00	1,00	0,84
"Perkebunan Teh"	0,38	0,99	1,00	0,00	0,59

Sumber: Analisis Data

Nilai korelasi positif tinggi pada penggunaan lahan ladang/ tegalan (0,85), perkebunan (0,84), dan semak/ belukar (0,86). Hal ini menguatkan dugaan bahwa, erosi di daerah penelitian adalah dipengaruhi oleh penggunaan lahan tersebut. Jenis penggunaan lahan yang mengurangi erosi permukaan (korelasi negatif) adalah hutan (R : -0,80).

3.3 Bahaya Erosi

Berdasarkan pengertian toleransi kehilangan tanah, Kementerian Kehutanan RI menyusun tabel kelas bahaya erosi. Penelitian ini menggunakan klasifikasi bahaya erosi kehilangan tanah untuk pertanian yang sesuai dengan USDA, yaitu batas kehilangan tanah

yang diperbolehkan adalah sebesar $1,1 \text{ kg/m}^2$ per tahun, atau bila dengan rerata berat jenis sedimen di daerah penelitian $1,5 \text{ g/cc}$ atau setara dengan 1.36 mm per tahun. Gambar 10 menunjukkan perubahan distribusi bahaya erosi tahun 2001 dan 2009.

Perubahan kelas bahaya erosi yang terjadi berupa peningkatan yang ditunjukkan meluasnya wilayah yang masuk pada kelas sangat berat, berat dan menengah. Tabel 4. menunjukkan data-data peningkatan wilayah yang menghasilkan erosi sedang-sangat berat dari tahun 2001-2009. Tahun 2001 wilayah yang masuk kedalam kelas sangat berat seluas $94,02 \text{ km}^2$, selanjutnya tahun 2009 menjadi

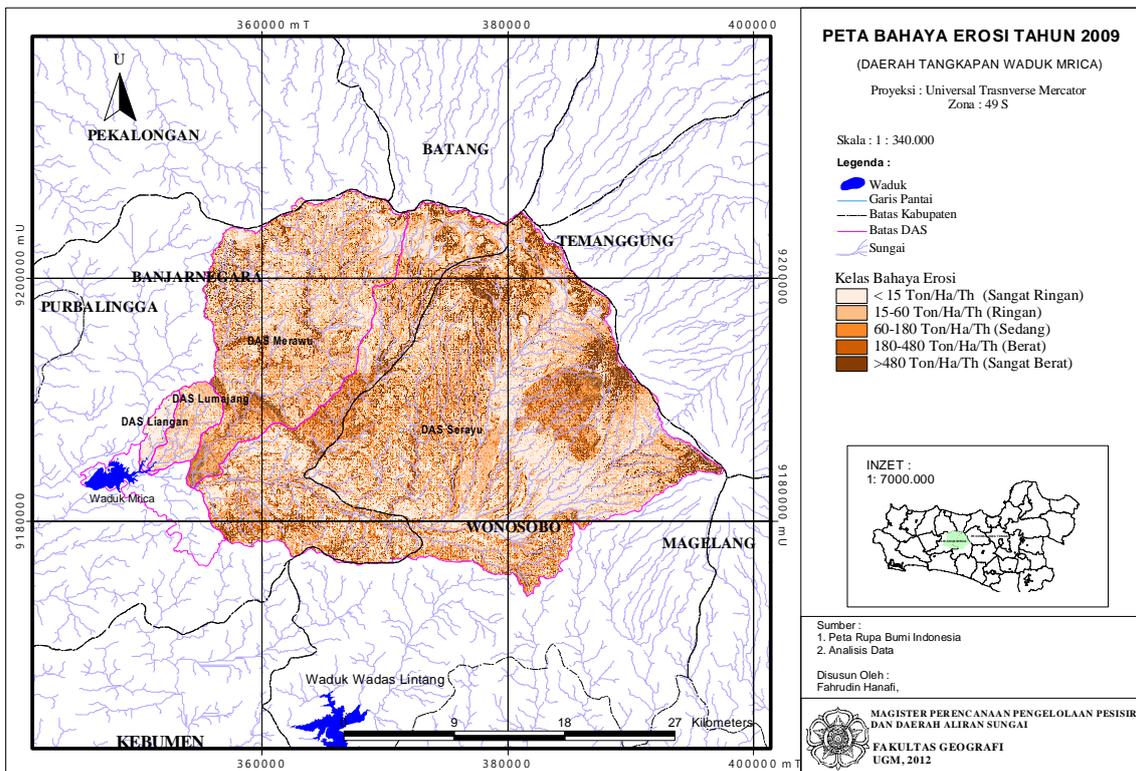
145,26 km² atau peningkatan sebesar 54,5 %. Semua kelas mengalami peningkatan yang cukup signifikan, bahkan pada kelas berat mengalami peningkatan 52,57 %. Terkecuali

pada kelas ringan mengalami penurunan 33,42 %, karena wilayahnya berkurang dan masuk pada kelas lain.

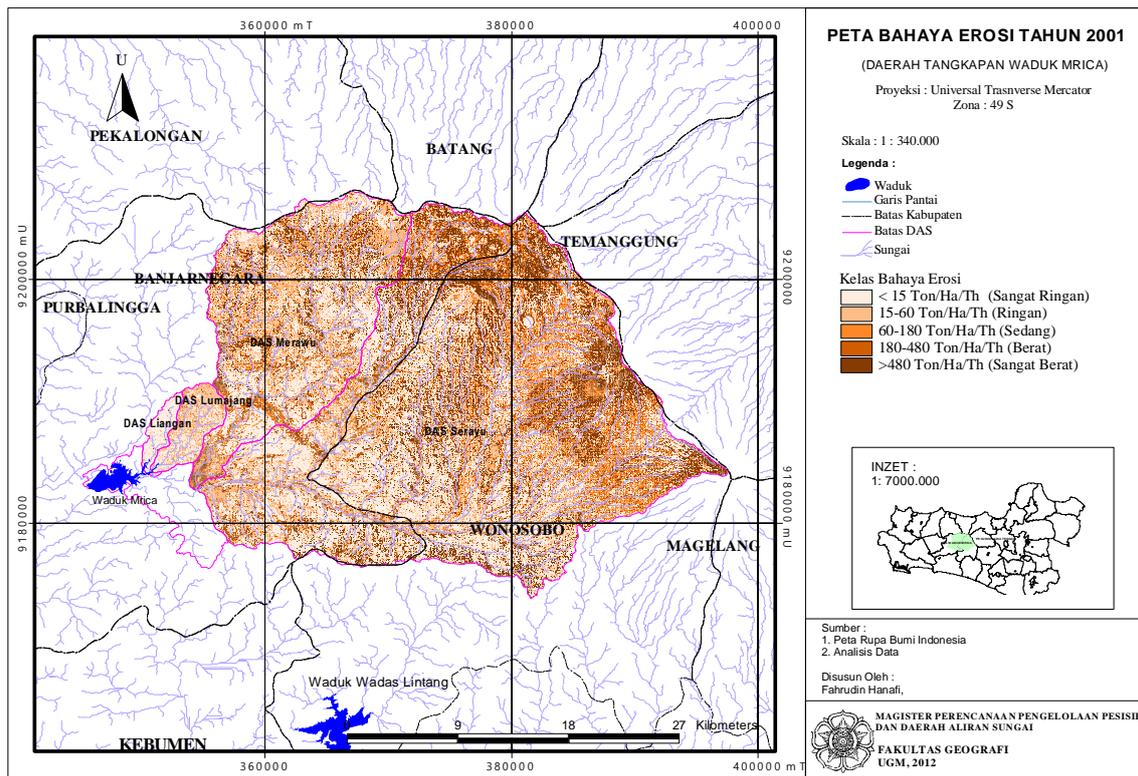
Tabel 4. Perubahan Luas Wilayah Erosi Tahun 2001-2009

Kelas Bahaya Erosi	Perubahan %	Luas (Km ²)	
		Tahun 2001	Tahun 2009
Sangat Ringan	10,11	385,81	424,81
Ringan	-33,42	311,91	207,68
Sedang	-11,50	139,97	123,88
Berat	52,57	57,19	87,26
Sangat Berat	54,50	94,02	145,26

Sumber : Hasil Analisis Data



Gambar 10. Kelas Bahaya Erosi DTA Waduk Mrica Tahun 2009



Gambar 11. Kelas Bahaya Erosi DTA Waduk Mrica Tahun 2009

4. KESIMPULAN

DTA Waduk Mrica telah mengalami perubahan penggunaan lahan sejak 2001-2009. Umumnya perubahan lahan bersifat meningkatkan nilai CP, misalnya perubahan dari hutan menjadi tegalan/ladang. Secara ekonomis hal ini berperan penting dalam meningkatkan tingkat ekonomi daerah penelitian, namun berbahaya bila dalam jumlah yang besar dan waktu lama.

Penggunaan data digital Citra Landsat dan Alos sangat bermanfaat dalam monitoring penggunaan lahan, yang nantinya sangat bermanfaat dalam input data pengelolaan dan konservasi. Hasil pengukuran ketelitian klasifikasi menunjukkan bahwa penggunaan

lahan di DTA Waduk Mrica yang paling mudah diidentifikasi dengan metode maximum likelihood ini adalah hutan (ketelitian >80%), permukiman/ lahan terbangun (ketelitian >90 %), dan ladang/tegalan (ketelitian >75 %). Dimasa mendatang agar analisis temporal kajian perubahan penggunaan lahan bisa lebih baik, untuk panjang frekuensi data yang digunakan perlu ditambah.

Berdasarkan kajian perubahan penggunaan lahan terhadap erosi permukaan, disimpulkan bahwa jenis penggunaan lahan di DTA Waduk Mrica yang menyebabkan erosi permukaan (berkorelasi positif) adalah penggunaan lahan ladang/ tegalan (R : 0,85), perkebunan (R : 0,84), dan semak/ belukar (R :

0,86). Jenis penggunaan lahan yang mengurangi erosi permukaan (korelasi negatif) adalah hutan ($R : -0,80$). Hasil erosi permukaan bisa digunakan sebagai data pendukung pengelolaan dan perencanaan konservasi. Erosi permukaan DTA Waduk Mrica sebesar 16.775.896 ton/tahun atau sebesar sebesar 16,13 mm/ tahun. Berdasarkan kajian korelasi, jenis penggunaan lahan yang paling dominan dan direkomendasikan untuk dikelola adalah perkebunan, dan ladang/tegalan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Arekhi, S, Afshin Shabani, Ghobad Rostamizad, 2010, "*Application of the modified universal soil loss equation (MUSLE) in prediction of sediment yield (Case study: Kengir Watershed, Iran*", Journal, DOI 10.1007/s12517-010-0271-6, Saudi Society for Geosciences 2010.
- Ari Wulandari, Dyah, 2007, "*Penanganan Sedimentasi Waduk Mrica*", Jurnal Berkala Ilmiah Teknik Keairan Vol. 13, No.4– Desember 2007.
- Dajan, A., 1984, "*Pengantar Metode Statistik Jilid II*", Pustaka LP3S, Jakarta.
- Danoedoro, Projo, 1996, *Pengolahan Citra Digital*, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Harjadi, Benny, 2009, "*Analisis Sumber Sedimentasi Dan Erosi Di Waduk Mrica Dengan Citra Satelit Dan Sistem Informasi Geografis*", Laporan Hasil Penelitian, Kementerian Kehutanan Badan Penelitian Dan Pengembangan Kehutanan Balai Penelitian Kehutanan Solo.
- Hardiyatmo, Hary Christady, 2006, *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*, Gadjah Mada University Press.
- Kementerian Kehutanan, 2005, "*Keputusan Menteri Kehutanan Tentang Kriteria Penetapan Urutan Prioritas Daerah Aliran Sungai*", KepMen Nomor : SK.346/Menhut-V/2005, Menteri Kehutanan Republik Indonesia.
- Kementrian Pekerjaan Umum, 2009, *Masterplan Pengelolaan Sumberdaya Air Wilayah Sungai Progo Opak* Serang, PT. Gracia Widyakarsa.
- Kinnell., P.I.A., 2008. "*The Miscalculation of The USLE Topographic Factors in GIS*", Faculty of Science University of Canberra, Canberra Australia.
- Kirby, M.J, and R.P.C Morgan, 1980, *Soil Erosion*, A Publication Of The British Geomorphological Research Group, John Wiley and Sons, Ltd.
- Linsley, R.K, Max A. Kohler, Joseph L.H. Paulus, 1975, "*Applied Hydrology*", Tata McGraw-Hill Publishing Company. Ltd.
- Morgan, R.P.C, 2005, "*Soil Erosion & Conservation*", Blackwell Science Ltd.
- Ozcan, A Ugur, Gunay Erpul, Mustafa Basaran, Emrah Erdogan, 2007, "*Use of USLE/GIS technology integrated with geostatistics to assess soil erosion risk in different land uses of Indagi Mountain Pass—C₁ ankırı, Turkey*", Journal, Environ Geol (2008) 53:1731–1741, Springer-Verlag 2007.
- Pandey. A, V. M. Chowdary, B. C. Mal, 2009, "*Sediment yield modelling of an agricultural watershed using MUSLE, remote sensing and GIS*", DOI 10.1007/s10333-009-0149-y, Springer-Verlag.
- Sadeghi.S.H.R., T. Mizuyama, S. Miyata, T. Gomi, K. Kosugi, S. Mizugaki, Y. Onda, 2007, "*Is MUSLE apt to small steeply reforested watershed?*", DOI 10.1007/s10310-007-0017-9, The Japanese Forest Society and Springer.
- Soewarno, 1989, *Perkiraan Masa Manfaat Waduk Panglima Besar Sudirman*, Majalah Geografi Indonesia Th. 2-3, No. 4-5, September 1989-Maret 1990, hal 27-45.

Sudjarwadi, 2008, "*Pengembangan Sumber Daya Air*", Biro Penerbit Teknik Sipil, JTSL FT. UGM.

Zhang.Y, J. Degroote, C. Wolter, R. Sugumaran, 2008, "*Integration Of Modified Universal Soil Loss Equation (MUSLE) Into A Gis Framework To Assess Soil Erosion Risk*", DOI: 10.1002/ldr.893, Wiley InterScience.