

## KAJIAN EROSI DAN POTENSI SEDIMENTASI DI DAS KAHAYAN PROVINSI KALIMANTAN TENGAH

Raden Haryo Saputra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya

### ABSTRAK

*Pengelolaan daerah rawa tidak terlepas dari pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS). Erosi dan sedimentasi pada DAS mempengaruhi kualitas maupun kuantitas air sungai yang masuk ke daerah rawa. Salah satu indikator adanya erosi terlihat dari keruhnya air Sungai Kahayan sedangkan sampai saat ini belum diketahui berapa besar erosi dan potensi sedimentasi yang terjadi pada DAS Kahayan sehingga kajiannya sangat diperlukan bagi pengelolaan DAS Kahayan yang terintegrasi.*

*Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki besarnya erosi, menganalisis tingkat bahaya erosi (TBE) dan besarnya hasil sedimen yang terjadi pada DAS Kahayan. Analisis luasan lahan dan unit lahan berbasis Sistem Informasi Geografis. Perhitungan perkiraan besarnya erosi menggunakan metode Universal Soil Loss Equation (USLE), dan hasil sedimen menggunakan metode Soil Conservation Service-United States Department of Agriculture (SCS-USDA) dengan mempertimbangkan bobot luasan unit lahan terhadap luas totalnya.*

*Perkiraan besarnya erosi yang terjadi pada DAS Kahayan sebesar 13,19 ton/ha/tahun dengan TBE terdiri dari kategori sangat ringan 47,65%, ringan 50,99%; sedang 0,25%; berat 1,12% dan sangat berat 0%. Khusus areal dengan TBE kategori berat, skor total ketiga faktor karakter fisik DAS (kemiringan lereng, jenis tanah menurut kepekaannya terhadap erosi, dan intensitas curah hujan) diperoleh sebesar 184 dengan arahan penggunaan lahan adalah kawasan lindung. Berdasarkan nilai Sediment Delivery Ratio (SDR), hasil sedimen pada DAS Kahayan adalah sebesar 169.115 ton/tahun dan menurut Peraturan Dirjen Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial, hasil sedimen pada DAS Kahayan termasuk dalam kategori baik.*

Kata kunci: DAS Kahayan, erosi, hasil sedimen, tingkat bahaya erosi.

### 1 PENDAHULUAN

Pengelolaan daerah rawa tidak terlepas dari pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS). Erosi dan sedimentasi pada DAS mempengaruhi kualitas maupun kuantitas air sungai yang masuk ke daerah rawa. Sungai-sungai biasanya tergabung dalam suatu DAS. Satu atau lebih dari satu DAS membentuk suatu wilayah sungai (WS) (Anonim, 2004).

Sesuai Keputusan Presiden (Keppres) Republik Indonesia No.12 Tahun 2012 Tanggal 18 April 2012 Tentang Penetapan WS pada Lampiran I.4, WS Kahayan tercantum di dalam tabel WS lintas kabupaten/kota dengan kode 04.08.B. WS Kahayan terdiri dari dua DAS yaitu DAS

Kahayan dan DAS Sebangau. DAS Kahayan terdiri dari tiga Sub DAS yaitu Sub DAS Manuhing, Sub DAS Kahayan, dan Sub DAS Hilir Kahayan. DAS Sebangau terdiri dari tiga Sub DAS yaitu Sub DAS Sebangau, Sub DAS Paduran, dan Sub DAS Hilir Sebangau (Anonim, 2012)

Menurut Suripin (2010), DAS dapat didefinisikan sebagai suatu wilayah, yang dibatasi oleh batas alam, seperti punggung bukit atau gunung, maupun batas bantuan seperti jalan atau tanggul, di mana air hujan yang turun di wilayah tersebut memberikan kontribusi aliran ke titik kontrol (outlet). Adanya interaksi dengan air hujan, maka permukaan kulit bumi akan selalu mengalami proses erosi, di suatu tempat akan terjadi pengikisan sementara di tempat lain akan terjadi penimbunan. Menurut Wischmeier & Smith (1978), terjadinya erosi tergantung dari beberapa faktor yaitu faktor erosivitas curah

---

Correspondence: Raden Haryo Saputra  
Email: [R.saputra@gmail.com](mailto:R.saputra@gmail.com)

hujan, faktor erodibilitas lahan, faktor panjang dan kemiringan lereng, faktor pengelolaan tanaman, dan faktor konservasi lahan. Dari kelima faktor tersebut, dua faktor terdahulu murni pengaruh alam, sedangkan tiga faktor berikutnya dapat saja melibatkan campur tangan manusia dalam hal kontribusi yang baik ataupun buruk yang pada akhirnya merasakan dampaknya terhadap kuantitas dan kualitas air di sungai-sungai sampai ke laut.

Salah satu ciri kualitas air yang tidak tercatat oleh alat pengukur debit sungai adalah kandungan lumpur yang terbawa oleh aliran sungai. Kandungan lumpur tersebut berasal dari DAS yang mengalami proses erosi. Proses erosi lahan dimulai dengan tahap pemecahan dan pelepasan partikel tunggal dari massa tanah pada lapisan atas akibat tumbukan air hujan. Tahap berikutnya partikel-partikel tersebut kemudian terangkut oleh aliran permukaan dan dibawa menuju sungai-sungai yang biasanya berakhir di laut, diakhiri dengan tahap pengendapan. Tahap akhir ini (proses pengendapan) -biasa dikenal dengan istilah "sedimentasi"- dapat menyebabkan terjadinya pendangkalan sungai atau pantai. Jadi, jelaslah bahwa adanya sedimentasi di sungai atau laut merupakan bagian dari tahapan kejadian erosi.

Kompleksnya permasalahan dan kritisnya kondisi DAS Kahayan dapat dilihat dari aspek kuantitas dan kualitas air. Secara kuantitas, pada musim hujan debit air sangat besar di mana permukaan air sungai tinggi yang mengakibatkan beberapa kota dan desa di sepanjang alur sungai pada DAS Kahayan terkena banjir. Berbeda halnya ketika musim kemarau, debit air sangat sedikit dan terjadi pendangkalan alur sehingga alur sungai di DAS Kahayan sulit untuk dilayari. Secara kualitas, air Sungai Kahayan kondisinya keruh dengan nilai residu tersuspensi rata-rata di atas 50 mg/l (uji Laboratorium Lingkungan milik Balai Lingkungan Hidup (BLH) Kota Palangka Raya). Nilai residu tersuspensi yang disyaratkan untuk mutu perairan kelas II yaitu maksimum sebesar 50 mg/l seperti yang disyaratkan dalam PP No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Anonim, 2001). Hal ini berarti bahwa aliran Sungai

Kahayan telah banyak mengandung sedimen dan diduga salah satu penyebabnya adalah erosi lahan pada DAS Kahayan dan sampai saat ini masih belum diketahui seberapa jauh tingkat erosi dan potensi sedimentasi yang terjadi di WS Kahayan khususnya pada DAS Kahayan.

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, tingkat erosi dan potensi sedimentasi pada DAS Kahayan perlu dikaji sehingga hasilnya nanti dapat berguna bagi pengelolaan DAS Kahayan yang terpadu dan komprehensif. Penelitian ini bermaksud untuk mendapatkan informasi mengenai besar erosi, peta tingkat bahaya erosi (TBE), dan besar hasil sedimen (sediment yield) yang terjadi pada DAS Kahayan. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki besarnya erosi, menganalisis tingkat bahaya erosi (TBE) dan besarnya hasil sedimen yang terjadi pada DAS Kahayan.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi masyarakat sebagai pemanfaat DAS Kahayan menjadi lebih perhatian dalam memelihara hutan dan lahan baik miliknya pribadi maupun sekitarnya serta sumberdaya airnya, bagi pihak-pihak terkait yang menangani Pengelolaan DAS Kahayan dalam menentukan upaya konservasi yang harus dilakukan pada daerah-daerah tertentu sesuai dengan tingkat erosi dan sedimentasi yang terjadi, dan sebagai masukan untuk pengembangan kajian ilmiah atau referensi bagi penelitian erosi dan sedimentasi yang sejenis di suatu DAS.

## 2 METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan teknik ekstrak (*extract*), tumpang susun (*overlay*), dan hampiran (*proximity*) beberapa peta tematik dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS untuk memperoleh poligon faktor-faktor erosi dan luasan area sedangkan pengolahan data atribut (tabel) dibantu dengan *spreadsheet microsoft excel*. Secara umum penelitian dilakukan dalam tiga tahap meliputi pengumpulan data, analisis dan pembahasan, serta kesimpulan. Data yang dikumpulkan merupakan data sekunder berupa data curah hujan selama

10 tahun minimal dari tiga stasiun di wilayah yang sama dan data stasiun hujannya, data jenis tanah, data topografi kemiringan lereng, dan data tata guna lahan di DAS Kahayan, serta pendukung lainnya seperti data geografi, demografi dan klimatologi diperoleh dari intansi terkait.

DAS Kahayan dengan luas  $\pm 20.009$  km<sup>2</sup> dibagi menjadi beberapa unit lahan masing-masing dengan luas kurang dari atau sama dengan 2.600 km<sup>2</sup> dengan bantuan program *ArcGIS* untuk memenuhi kondisi batas grafik SDR dari Roehl maupun tabel SDR dari Robinson pada perhitungan SDR. Perhitungan perkiraan besarnya E dengan menggunakan metode USLE dilakukan dengan tahapan:

1. menguji konsistensi data curah hujan dengan Uji RAPS dan Uji WAPS,
2. menghitung nilai curah hujan rata-rata tahunan dan luasan pengaruhnya di DAS Kahayan yang dianalisis dengan menggunakan metode poligon Thiessen dibantu dengan program *ArcGIS*,
3. mengekstrak data-data spasial yang diperlukan sesuai masing-masing unit lahan dengan menggunakan perangkat analisis *split* pada *ArcGIS*,
4. menghitung nilai faktor R pada tiap unit lahan,
5. menentukan nilai faktor K pada tiap unit lahan berdasarkan peta jenis tanah di DAS Kahayan,
6. menghitung nilai faktor LS pada tiap unit lahan berdasarkan peta topografi kemiringan lereng di DAS Kahayan,
7. menentukan nilai faktor C pada tiap unit lahan berdasarkan macam penggunaan lahan pada peta tata guna lahan,
8. menentukan nilai faktor P pada tiap unit lahan yang diinterpretasi dari macam penggunaan lahan sesuai data tata guna lahan, dievaluasi dengan kemiringan lereng,
9. menghitung perkiraan besarnya E pada tiap lahan dengan persamaan USLE,
10. menghitung perkiraan besarnya E pada DAS Kahayan dengan memperhatikan bobot luasan unit lahan terhadap luasan total DAS.

Nilai erosi yang diperoleh dari hasil

perhitungan dicocokkan dengan Tabel TBE berdasarkan Peraturan Dirjen BPDASPS No. P.4/V-SET/2013. Penentuan TBE dilakukan pada tiap unit lahan yang ditinjau yaitu: sangat ringan, ringan, sedang, berat, dan sangat berat. Kemudian dibuat Peta TBE pada DAS Kahayan dengan symbologi (skala warna) yang berbeda-beda dibantu program *ArcGIS*.

Perhitungan Perkiraan Ys pada DAS Kahayan dengan metode SCS-USDA dilakukan dengan tahapan:

1. menghitung nilai SDR sesuai dengan luasan unit lahan, menghitung perkiraan Ys yang terjadi di tiap segmen/unit lahan pada DAS Kahayan dengan menggunakan metode SCS-USDA,
2. menghitung perkiraan Ys pada DAS Kahayan dengan memperhatikan bobot luasan unit lahan terhadap luasan total DAS. Berdasarkan nilai Ys, dapat ditentukan tingkat sedimentasi pada DAS Kahayan dengan mengkonversi Ys menjadi laju sedimentasi (Sy) sesuai Peraturan Direktur Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Departemen Kehutanan (Dirjen RLPS Dephut) Nomor: P.04/V-SET/2009 tentang Pedoman Monitoring dan Evaluasi DAS dan mengkonfirmasi dengan Tabel Klasifikasi Tingkat Sedimentasi berdasarkan Peraturan Dirjen RLPS Dephut No. P.04/V-SET/2009.

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

DAS Kahayan dengan luas  $\pm 20.009$  km<sup>2</sup> dibagi menjadi 10 unit lahan masing-masing dengan luas kurang dari atau sama dengan 2.600 km<sup>2</sup> (berkisar dari 1.252 sampai dengan 2.390 km<sup>2</sup>) dengan bantuan program *ArcGIS* untuk memenuhi kondisi batas grafik SDR dari Roehl maupun tabel SDR dari Robinson pada perhitungan SDR dan hasilnya seperti Gambar 1.

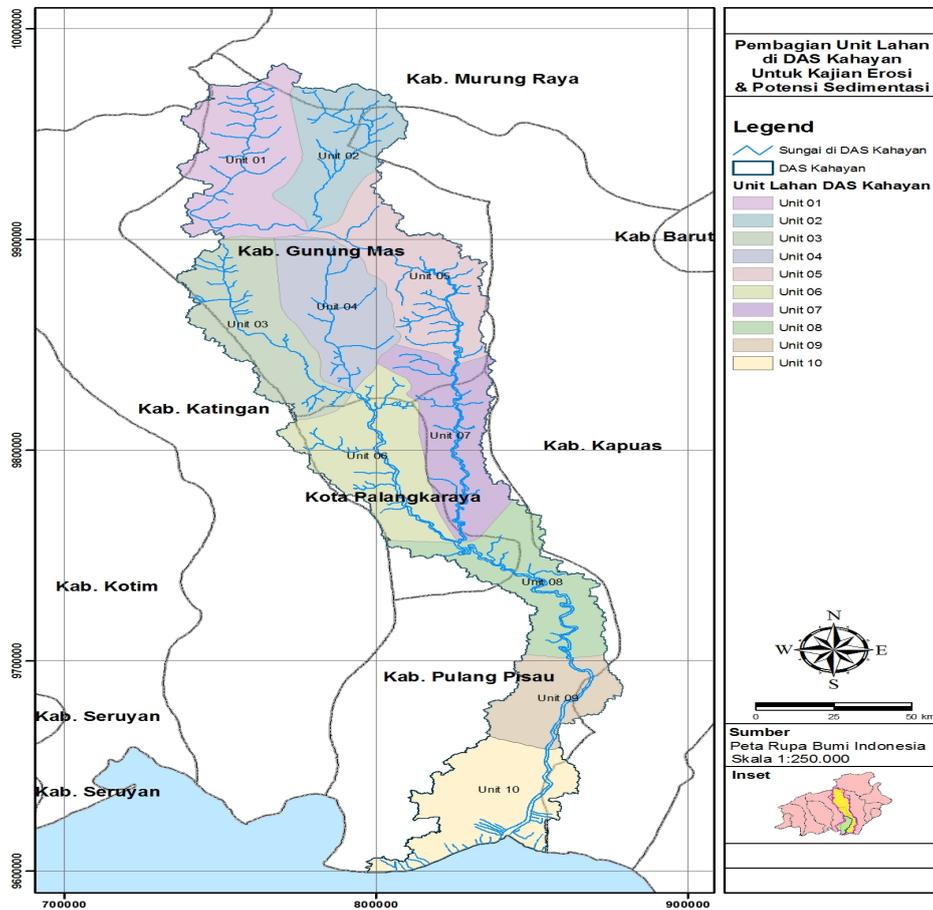
Hasil uji konsistensi yang dilakukan terhadap data curah hujan pada masing-masing stasiun pencatat curah hujan di DAS Kahayan yang ada selama 10 tahun berturut-turut dengan menggunakan uji RAPS dan uji WAPS diperoleh bahwa data curah hujan yang ada pada semua stasiun pencatat hujan di DAS Kahayan adalah panggah ( $Q_h \leq Q_c$  dan  $W_h \leq W_t$ ).

Menggunakan teknik ekstrak (*extract*),

KAJIAN EROSI DAN POTENSI SEDIMENTASI  
DI DAS KAHAYAN PROVINSI KALIMANTAN TENGAH  
Raden Haryo Saputra

tumpang susun (*overlay*), dan hampiran (*proximity*) beberapa peta tematik dengan menggunakan perangkat lunak *ArcGIS* untuk memperoleh poligon faktor-faktor erosi dan

luasannya diperoleh besar erosi dan sedimentasi pada DAS kahayan seperti pada Tabel 1.



**Gambar 1.** Pembagian Unit Lahan di DAS Kahayan

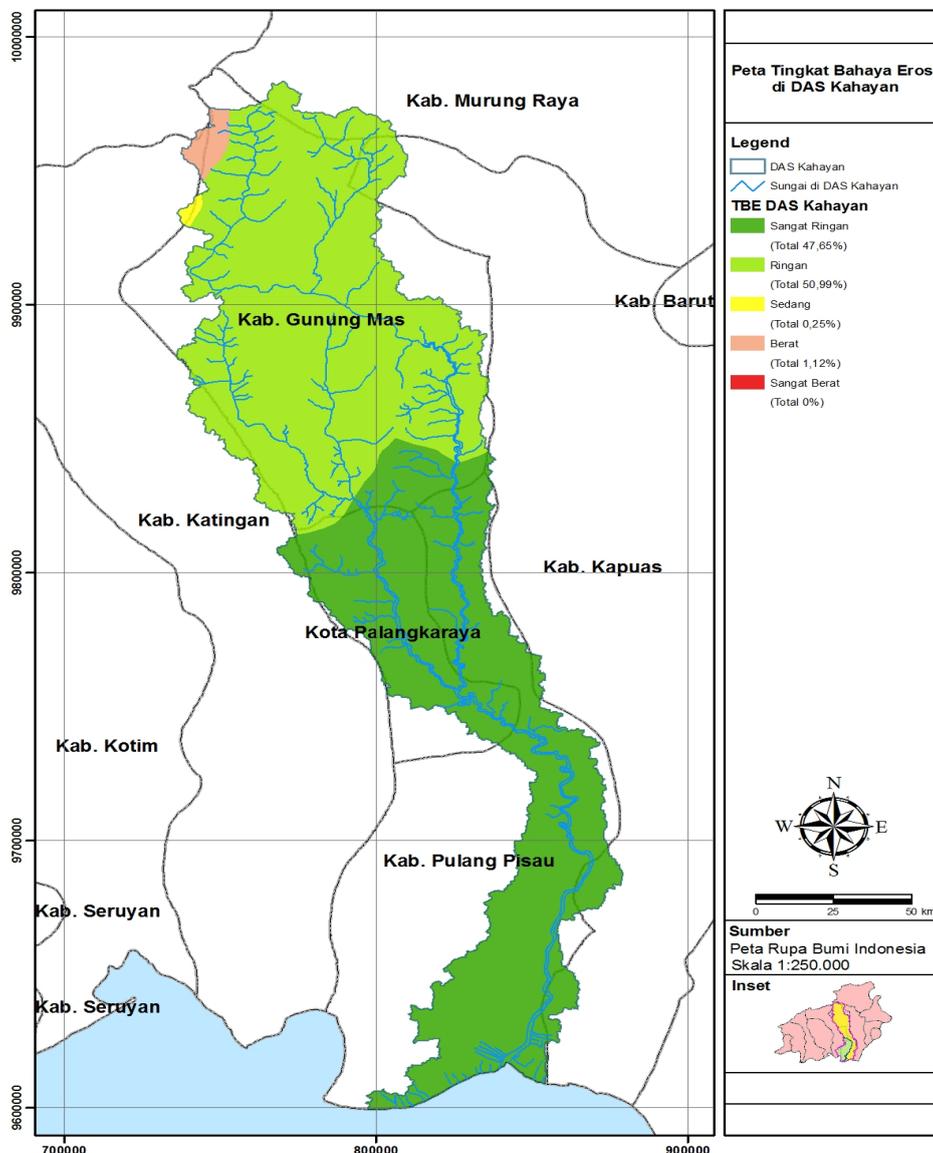
**Tabel 1.** Perhitungan Besar E pada DAS Kahayan

(i)	Unit Lahan	Luas segmen/ Unit Lahan (ha)	Bobot Luasan Unit Lahan Terhadap Luasan Total DAS Kahayan	$R_i$	$K_i$	$LS_i$	$C_i$	$P_i$	Erosi tiap Unit Lahan (ton/ha/ tahun)	Erosi pada DAS Kahayan Berdasarkan Bobot Luasan Unit Lahan (ton/ha/ tahun)
1	Unit 01	239.030	11,95%	1.503	0,2349	0,1914	0,3866	0,9000	23,51	2,81
2	Unit 02	173.069	8,65%	1.398	0,2455	0,1937	0,2809	0,9000	16,80	1,45
3	Unit 03	221.835	11,09%	1.522	0,1683	0,1968	0,5845	0,8110	23,90	2,65
4	Unit 04	190.366	9,51%	1.542	0,1616	0,2019	0,7709	0,7784	30,18	2,87
5	Unit 05	223.223	11,16%	1.399	0,1709	0,2001	0,4969	0,8064	19,17	2,14
6	Unit 06	230.896	11,54%	1.274	0,0843	0,1547	0,4782	0,5687	4,52	0,52
7	Unit 07	196.569	9,82%	1.282	0,1084	0,1594	0,4524	0,5859	5,87	0,58
8	Unit 08	184.112	9,20%	1.195	0,0773	0,1360	0,2348	0,5000	1,48	0,14
9	Unit 09	125.172	6,26%	1.220	0,0856	0,1360	0,0235	0,5000	0,17	0,01
10	Unit 10	216.624	10,83%	1.212	0,0827	0,1360	0,0301	0,5000	0,21	0,02
	Jumlah	2.000.895	100%	-	-	-	-	-	E=	13,19

KAJIAN EROSI DAN POTENSI SEDIMENTASI  
DI DAS KAHAYAN PROVINSI KALIMANTAN TENGAH  
Raden Haryo Saputra

Berdasarkan Peraturan Dirjen BPDASPS Nomor: P.4/V-SET/2013 tentang Petunjuk Teknis Data Spasial Lahan Kritis, dengan pengolahan data spasial peta jenis tanah dan kedalaman solum di DAS Kahayan di mana *data attribute table* masing-masing poligonnya sesuai unit lahannya ditambah dengan hasil dari erosi pada Tabel 4 kemudian mengkonfirmasinya dengan Tabel 1 diperoleh hasil bahwa kategori TBE untuk DAS Kahayan terdiri dari 47,65% kategori sangat ringan, 50,99% kategori ringan, dan 0,25% kategori sedang, 1,12% kategori berat, dan 0% kategori sangat berat dan peta TBE dapat dilihat pada Gambar 2.

Khusus areal dengan TBE Kategori Berat di DAS Kahayan, hasil analisis menunjukkan bahwa skor kemiringan lereng, jenis tanah menurut kepekaannya terhadap erosi, dan intensitas curah hujan berturut-turut sebesar 99, 75, dan 10. Jadi, skor total ketiga faktor karakter fisik DAS (kemiringan lereng, jenis tanah menurut kepekaannya terhadap erosi, dan intensitas curah hujan) sebesar 184 dengan arahan penggunaan lahannya adalah kawasan lindung. Dari hasil perhitungan  $Y_s$  pada DAS Kahayan didapatkan nilai sebesar 169.115 ton/tahun seperti yang diperlihatkan pada Tabel 2.



**Gambar 2.** Peta TBE di DAS Kahayan

**Tabel 2.** Perhitungan Besar Ys pada DAS Kahayan

(i)	Unit Lahan	E tiap segmen/ Unit Lahan (ton/ha/ tahun)	Luas segmen/ Unit Lahan (WS <sub>i</sub> )		SDR <sub>i</sub>	Ys tiap segmen/ Unit Lahan (ton/ tahun)	Bobot Luasan Unit Lahan Terhadap Luasan DAS Kahayan	Ys pada DAS Kahayan Berdasarkan Bobot Luasan Unit Lahan (ton/tahun)
		(ha)	(km <sup>2</sup> )	(ton/tahun)		%		
1	Unit 01	23,51	239.030	2.390	0,05879	330.346	11,95%	39.464
2	Unit 02	16,80	173.069	1.731	0,06349	184.583	8,65%	15.966
3	Unit 03	23,90	221.835	2.218	0,05984	317.223	11,09%	35.170
4	Unit 04	30,18	190.366	1.904	0,06206	356.608	9,51%	33.928
5	Unit 05	19,17	223.223	2.232	0,05975	255.662	11,16%	28.522
6	Unit 06	4,52	230.896	2.309	0,05927	61.849	11,54%	7.137
7	Unit 07	5,87	196.569	1.966	0,06159	71.103	9,82%	6.985
8	Unit 08	1,48	184.112	1.841	0,06256	16.995	9,20%	1.564
9	Unit 09	0,17	125.172	1.252	0,06858	1.431	6,26%	90
10	Unit 10	0,21	216.624	2.166	0,06018	2.675	10,83%	290
Jumlah			2.000.895	20.009			100%	Ys= 169.115

Tingkat sedimentasi dari Ys tersebut dikonversi ke dalam nilai Sy. Skenario 1, material sedimen bertekstur tanah pasir (BJ = 1,65 g/cm<sup>3</sup>) diperoleh nilai Sy=0,51 mm/tahun < 2 mm/tahun. Skenario 2, material sedimen bertekstur tanah liat (BJ = 1,20 g/cm<sup>3</sup>) diperoleh nilai 0,70 mm/tahun < 2 mm/tahun. Jadi, hasil sedimen pada DAS Kahayan termasuk dalam kategori baik.

Hasil uji normalitas terhadap sampel data faktor-faktor erosi pada Tabel 4, ternyata bahwa data R, K, LS, C, P, dan E berdistribusi normal sehingga statistik uji yang digunakan adalah statistik parametris di mana analisis hubungan variabel-variabel erosi dapat menggunakan analisis korelasi parsial (*partial correlation*) dan korelasi berganda (*multiple correlation*). Hasil analisis statistik uji korelasi parsial diperoleh bahwa nilai koefisien korelasi parsial variabel bebas R dengan variabel terikat E ketika variabel bebas lainnya konstan sebesar 0,987 (hubungan sangat kuat) adalah yang terbesar di antara koefisien korelasi parsial kelima variabel bebas yang ada sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor yang paling berpengaruh dari antara faktor R, K, LS, C, dan P terhadap E adalah faktor R yaitu erosititas hujan. Hasil analisis statistik uji korelasi simultan (berganda) diperoleh bahwa nilai koefisien korelasi simultan antara variabel bebas R, K, LS, C, P secara bersama-sama atau simultan terhadap variabel terikat E

sebesar 0,993 menunjukkan bahwa hubungan secara simultan antara variabel R, K, LS, C, dan P terhadap E adalah sangat kuat. Selanjutnya berdasarkan koefisien korelasi simultan tersebut dapat diperoleh koefisien determinasi sebesar 98,6% di mana nilai ini menunjukkan kontribusi semua variabel bebas terhadap variabel terikat secara simultan adalah sebesar 98,6%; sedangkan 1,4% sisanya merupakan kontribusi dari faktor-faktor lain selain faktor yang diwakili oleh variabel bebas yang ada.

#### 4 KESIMPULAN

Dari kajian yang telah dilakukan di atas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan metode USLE, perkiraan besarnya erosi yang terjadi pada DAS Kahayan sebesar 13,19 ton/ha/tahun. Adapun erosi yang terjadi pada 10 unit di DAS Kahayan, mulai dari Unit 01 sampai Unit 10 berturut-turut sebesar 23,51; 16,8; 23,9; 30,18; 19,17; 4,52; 5,87; 1,48; 0,17; dan 0,21 ton/ha/tahun.
2. Kategori TBE untuk DAS Kahayan terdiri dari 47,65% kategori sangat ringan, 50,99% kategori ringan, dan 0,25% kategori sedang, 1,12% kategori berat, dan 0% kategori sangat berat. Khusus areal dengan TBE Kategori Berat di DAS Kahayan, skor total ketiga faktor karakter fisik DAS (kemiringan lereng, jenis tanah

menurut kepekaannya terhadap erosi, dan intensitas curah hujan) sebesar 184 dengan arahan penggunaan lahannya adalah kawasan lindung. Alternatif kegiatan rehabilitasi lahan dan konservasi tanah untuk kawasan lindung dapat secara vegetatif (reboisasi; hutan rakyat; perlindungan sungai, mata air, jurang dan lain-lain) atau secara mekanik (pembuatan dam pengendali/penahan erosi; cerucuk (*drop structure*)).

3. Dengan menggunakan metode SCS-USDA, hasil sedimen pada DAS Kahayan sebesar 169.115 ton/tahun. Hasil sedimen pada DAS Kahayan termasuk dalam kategori baik.

### DAFTAR RUJUKAN

- Abdurahman, M., S.A. Muhidin, A. Somantri. 2011. *Dasar-Dasar Metode Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: CV. Pustaka Setia.
- Anonim. 1983. "Sedimentation". *National Engineering Handbook Section 3*. Washington: SCS-USDA.
- Anonim. 2001. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2001 Nomor 153.
- Anonim. 2004. *Undang-undang No. 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 32.
- Anonim. 2009. *Peraturan Direktur Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial No. P.04/V-SET/2009 Tentang Pedoman Monitoring dan Evaluasi DAS*. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Departemen Kehutanan.
- Anonim. 2012. *Keputusan Presiden Republik Indonesia No.12 Tahun 2012 Tentang Penetapan Wilayah Sungai*. Sekretariat Kabinet Republik Indonesia Deputi Bidang Perekonomian.
- Anonim. 2013. *Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial (BPDASPS) No. P.4/V-SET/2013 Tentang Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis*. Direktorat Jenderal BPDASPS Kementerian Kehutanan.
- Arikunto, S. 2010. *Prosedur Penelitian, Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press.
- Asdak, C. 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- As-syakur, A. R. 2008. "Prediksi Erosi dengan Menggunakan Metode USLE dan Sistem Informasi Geografis (SIG) Berbasis Piksel di Daerah Tangkapan Air Danau Buyan". *Prosiding PIT MAPIN XVII* Tanggal 10 Desember 2008. Bandung.
- Banuwa, I. S. 2013. *Erosi*. Jakarta: Kencana.
- Brhane, G. & K. Mekonen. 2009. "Estimating Soil Loss Using Universal Soil Loss Equation (USLE) for Soil Conservation Planning at Medego Watershed, Northern Ethiopia". *Journal of American Science* 5(1), p. 58-69. Marsland Press.
- Hardiyatmo, H. C. 2012. *Tanah Longsor dan Erosi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardjowigeno, S. 2010. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Pressindo.
- Harinaldi. 2005. *Prinsip-prinsip Statistik untuk Teknik dan Sains*. Jakarta: Erlangga.
- Harto, S. 2000. *Hidrologi: Teori, Masalah, Penyelesaian*. Yogyakarta: Nafiri Offset.
- Indarto. 2016. *Hidrologi: Metode Analisis dan Tool untuk Interpretasi Hidrograf Aliran Sungai*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Jain, M. K. & U. C. Kothyari. 2000. "Estimation of Soil Erosion and Sediment Yield Using GIS". *Hydrological Sciences Journal* 45(5), Melbourne: International Association of Hydrological Sciences (IAHS).
- Kartasapoetra, A., A. G. Kartasapoetra, M. M. Sutedjo. 2005. *Teknologi Konservasi Tanah & Air*. Jakarta: PT Rineka Cipta.

- Kodoatie, R. J. & R. Sjarief. 2010. *Tata Ruang Air*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Kodoatie, R. J. & M. Basoeki. 2009. *Kajian Undang-undang Sumber Daya Air*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Kothyari, U. C. & S. K. Jain. 1997. "Sediment Yield Estimation Using GIS". *Hydrological Sciences Journal* 42(6), Melbourne: International Association of Hydrological Sciences (IAHS).
- Lim, K. J., Y. S. Park, B. A. Engel, N. W. Kim. 2011. *Soil Erosion Study: SATEEC GIS System for Spatiotemporal Analysis of Soil Erosion and Sediment Yield*. Croatia: Intech.
- Noor, M. 2004. *Lahan Rawa: Sifat dan Pengelolaan Tanah Bermasalah Sulfat Masam*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.
- Noor, M. 2007. *Rawa Lebak: Ekologi, Pemanfaatan, dan Pengembangannya*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.
- Prahasta, E. 2011. *ArcGIS Desktop*. Bandung: Penerbit Informatika.
- Rachim, D. A. & M. Arifin. 2011. *Klasifikasi Tanah di Indonesia*. Bandung: Penerbit Pustaka Reka Cipta.
- Riadi, E. 2016. *Statistika Penelitian (Analisis Manual dan IBM SPSS)*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Riduansyah. 2007. "Model Pendugaan Erosi Tanah pada Lahan Perkebunan di Kalimantan Barat". *Jurnal Agripura* 3(2), hlm. 415-424.
- Rijn, L. C. v. 1993. *Principles of Sediment Transport in Rivers, Estuaries, and Coastal Seas*. Amsterdam: Aqua Publications.
- Sa'ad, N. S. 2004. "Kajian Pendugaan Erosi Sub Daerah Aliran Sungai Tugu Utara (Ciliwung Hulu)". *Jurnal Tanah dan Lingkungan* 6(1), hlm. 31-38. IPB.
- Sheikh, A.H., S. Palria, A. Alam. 2011. "Integration of GIS and Universal Soil Loss Equation (USLE) for Soil Loss Estimation in A Himalayan Watershed". *Journal Recent Research in Science and Technology* 3(3), p.51-57.
- Simons, D. B. & F. Senturk. 1992. *Sediment Transport Technology: Water and Sediment Dynamics*. Highland Ranch Colorado: Water Resources Publications.
- Siregar, S. 2015. *Statistik Parametrik untuk Penelitian Kuantitatif*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Soemarto, C. D. 1995. *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik untuk Analisis Data, Jilid 1 & 2*. Bandung: Nova.
- Sosrodarsono, S. & K. Takeda. 2006. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Sudjana. 2001. *Teknik Analisis Regresi dan Korelasi Bagi Para Peneliti*. Bandung: Tarsito.
- Sudradjat, M. & T. S. Achyar. 2010. *Statistika: Pemahaman Dasar Analisis Data dan Penarikan Kesimpulan*. Bandung: Widya Padjadjaran.
- Sugiyono. 2008. *Statistik Nonparametris untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Supranto, J. 2008. *Statistik: Teori dan Aplikasi, Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Suprayogi, S., I. L. S. Purnama, D. Darmanto. 2014. *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Suripin. 2010. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Triatmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Usman, H. & P. S. Akbar. 2015. *Pengantar Statistika, Edisi Kedua*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Wischmeier, W. H. & D. D. Smith. 1978. "Predicting Rainfall Erosion Losses". *Agriculture Handbook No. 537*. Washington, D. C.: USDA Science and Education Administration.
- Worosuprojo, S. 2005. "Bahaya Erosi Permukaan di Daerah Aliran Sungai Oyo Kabupaten Gunung Kidul Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta". *Majalah Geografi Indonesia* 19(1), hlm. 89-102.