

ANALISIS EROSI DAN SEDIMEN DI *CATCHMENT AREA* SUNGAI HAURAN MENGGUNAKAN MODEL AGNPS (*AGRICULTURAL NON POINT SOURCE POLLUTION MODEL*)

Nurul Astuti¹, Nurlina¹, dan Agus Dwi Rahmanto²

ABSTRAK. Sedimen yang ada pada suatu aliran sungai umumnya terjadi akibat proses erosi yang berkaitan erat dengan siklus hidrologi. Beberapa parameter erosi dan sedimen adalah curah hujan, vegetasi tutupan lahan, jenis tanah dan kemiringan tanah. *Catchment Area* Sungai Hauran memiliki kondisi vegetasi tutupan lahan berbeda pada tahun 2005 dan 2014. Oleh karena itu perlu dilakukan penentuan nilai erosi dan sedimen terkini serta menganalisa dampak perubahan tutupan lahan tahun 2005 dan 2014 terhadap besarnya erosi dan sedimen pada satu kejadian hujan dengan data hujan yang sama. *Agricultural NonPoint Source Pollution Model* (AGNPS) adalah salah satu model terdistribusi yang dapat digunakan untuk menganalisa erosi dan sedimen dengan kejadian hujan tunggal. Pengolahan data menggunakan model AGNPS diperoleh besar erosi persatuan luas yang terjadi pada tahun 2014 sebesar 256,43 ton/ha/tahun menunjukkan tingkat erosi berat dan total sedimen sebesar 1.7947,79 ton/tahun (17,60 ton/ha/tahun) termasuk klasifikasi tingkat sedimen tinggi. Perbandingan tingkat erosi dan sedimen karena adanya perubahan tutupan lahan tahun 2005 dan 2014 dengan *input* hujan 18,2 mm mengalami peningkatan total erosi persatuan luas dari 1,93 ton/ha menjadi 11,46 ton/ha dan mengalami penurunan total sedimen pada tahun 2014 dari 50,7 ton menjadi 26,15 ton.

Kata Kunci: *Catchment Area Sungai Hauran, erosi, model AGNPS, sedimen.*

PENDAHULUAN

Sedimen merupakan partikel-partikel berasal dari batuan induk yang mengendap di lingkungan lebih rendah dari asalnya seperti sungai, laut, waduk dan lain sebagainya. Secara umum diketahui bahwa erosi adalah peristiwa terkikisnya batuan akibat air, angin dan es. Proses sedimentasi pada daerah sungai merupakan kejadian yang dapat mengakibatkan pendangkalan pada dasar sungai dan perubahan elevasi

sehingga akan mempengaruhi morfologi sungai.

Lokasi penelitian berada di *Catchment Area* Sungai Hauran, secara administratif terletak di Desa Bentok Darat, Kecamatan Bati-Bati, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan. Pada tahun 2000-2005 lokasi dilakukan *reforestation project* atau proyek penghutanan kerjasama BPDAS Barito (Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Barito), JIFPRO

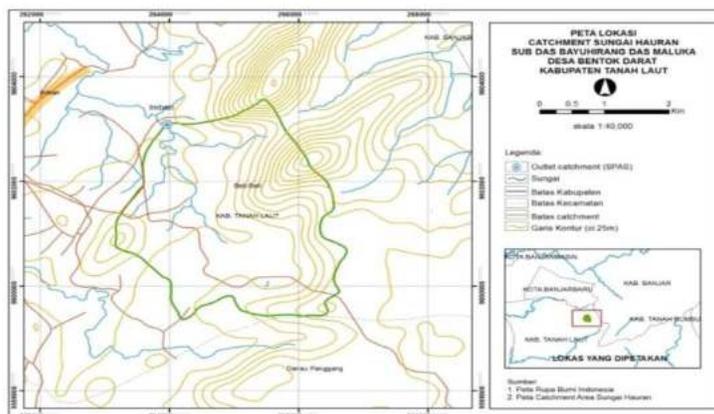
¹Program Studi Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat

²BPDAS Barito

(*Japan Internationa Foresty Promotion and Cooperation*) dan Seiko Epson Corporation [4].

Sebelum dilaksanakannya kegiatan *reforestation project* lokasi ini adalah sebuah lahan kosong berupa semak belukar tanpa ada pengelolaan lahan dan saat ini sebagian lokasi penelitian merupakan kawasan hutan lindung sesuai surat keputusan menteri kehutanan No. 435/Kpts-II/2009 tanggal 23 Juli 2009 [13]. Rahmanto, 2005, menyatakan, kondisi tutupan

lahan pada tahun 2005 didominasi vegetasi alang-alang 37,0 %, karet berumur <5 tahun 19,8%, mahoni <5 tahun 15,1%, semak belukar 8,7%, hutan sekunder 8,2%, belukar tua 6,1%, karet >5 tahun 2,3% dan sisanya tanaman sengon, sawah, tambak pemukiman dan genangan berkisar 1% [13]. Berdasarkan BPDAS Barito (2013) [3] vegetasi yang ada di *Catchment Area* Sungai Hauran cukup bervariasi seperti semak belukar, perkebunan, tanah terbuka dan hutan tanaman.



Gambar 1. Peta *Catchment Area* Sungai Hauran [3]

Nugroho (2000)[10] di DAS Dumpul mengaplikasikan model AGNPS untuk melakukan analisis aliran permukaan, sedimen, kehilangan hara nitrogen, fosfor dan kebutuhan oksigen kimiawi serta melakukan simulasi model sesuai dengan kondisi biogeofisik DAS untuk perencanaan pengelolaan DAS. Kesimpulan yang diperoleh menyatakan bahwa tidak

berbeda antara hasil pengamatan dan model. Hal ini menunjukkan bahwa nilai-nilai parameter yang digunakan dalam model AGNPS cukup akurat sehingga dapat digunakan sebagai alat bantu dalam perencanaan pengelolaan DAS.

Analisa erosi dan sedimen dalam penelitian ini bertujuan menentukan nilai erosi dan sedimen

menggunakan model AGNPS di *Catchment Area* Sungai Hauran berdasarkan kondisi tutupan lahan terkini dan menganalisa dampak perubahan tutupan lahan tahun 2005 dan 2014 terhadap besarnya erosi dan sedimen di *Catchment Area* Sungai Hauran pada satu kejadian hujan dengan mengasumsikan data hujan yang sama sebesar 18,2 mm. Hasil perbandingan nilai erosi dan sedimen tersebut menyatakan kondisi baik tidaknya tutupan lahan sehingga dapat meminimalisir erosi dan sedimen.

Erosi

Tanah dapat tererosi, yakni terlepas dari lokasinya, oleh aksi angin, air, gaya gravitasi (tanah longsor), dan aktivitas manusia. Erosi air dimulai dengan pelepasan partikel-partikel tanah oleh hempasan percikan air hujan. Faktor-faktor terpenting yang mempengaruhi erosi adalah curah hujan, tumbuh-tumbuhan yang menutupi tanah, jenis tanah dan kemiringan tanah[8]. Kelas tingkat bahaya erosi disajikan selengkapnya pada tabel 1.

Tabel 1. Kelas tingkat bahaya erosi

No	Kelas TBE (<i>class of erosion danger level</i>)	Kehilangan tanah (ton/ha/th)	Keterangan (<i>Remark</i>)
1.	I	<15	Sangatringan (<i>Very light</i>)
2.	II	16-60	Ringan (<i>Light</i>)
3.	III	60-180	Sedang (<i>Moderate</i>)
4.	IV	180-480	Berat (<i>Heavy</i>)
5.	V	>480	Sangatberat (<i>Very heavy</i>)

Sumber: Departemen Kehutanan, 1998 [5].

Sedimen

Sedimen yang sering dijumpai di sungai merupakan produk dari pelapukan batuan induk yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan, terutama perubahan iklim. Oleh adanya transport sedimen dari tempat yang lebih tinggi ke daerah hilir dapat

menyebabkan pendangkalan dan terbentuknya tanah-tanah baru di pinggir-pinggir dan di delta-delta sungai. Dengan demikian, proses sedimentasi dapat memberikan dampak yang menguntungkan dan merugikan [1]. Klasifikasi muatan sedimen ditunjukkan oleh tabel 2.

Table 2. Klasifikasi muatan sedimen

No	Nilai Muatan Sedimen (ton/ha/th)	Kelas	Skor
1	$MS \leq 5$	Sangatrendah	0,50
2	$5 < MS \leq 10$	Rendah	0,75
3	$10 < MS \leq 15$	Sedang	1,00
4	$15 < MS \leq 20$	Tinggi	1,25
5	$MS > 20$	SangatTinggi	1,50

Sumber: Peraturan Menteri Kehutanan RI No: P.61/Menhut-II/2014 [12].

Model AGNPS

Model AGNPS (*Agricultural NonPoint Source Pollution Model*) merupakan program simulasi komputer untuk menganalisis limpasan, erosi, sedimen, perpindahan hara dari pemupukan (Nitrogen dan Phosfor) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada suatu areal dengan kejadian hujan tunggal [9]. Input data entry model AGNPS diperoleh dengan melakukan prosesing data DEM dengan menggunakan software ArcView/GIS yang dilengkapi dengan analisa spasial. Selain DEM, sumber lain sebagai input data *entry* model AGNPS adalah penggunaan lahan [11].

Erosi Tanah dan Sedimen

Persamaan yang digunakan adalah persamaan Wischmeier dan Scmith (1978):

$$E = E_i \times K \times L \times S \times C \times P \times SSF \quad (1)$$

dengan E adalah erosi (ton/acre), E_i energi intensitas hujan dalam

feet.ton.inci/acre, K, erodibilitas tanah (ton.acre/acre.feet.ton.inci), L, faktor panjang lereng, S, faktor kemiringan lereng, C, faktor tanaman, P, faktor pengelolaan tanah dan SSF adalah faktor bentuk permukaan tanah (seragam = 1, cembung = 1,3 dan cekung = 0,8) [9].

Penelusuran sedimen pada aplikasinya dilakukan secara otomatis oleh model AGNPS dengan menggunakan persamaan (2).

$$Q_s(X) = Q_s(0) + \frac{Q_s \Delta X}{Lr} - \int_0^X D(X)W dx \quad (2)$$

Dengan $Q_s(X)$ adalah debit sedimen di ujung hilir saluran (cfs), $Q_s(0)$, debit sedimen di ujung hulu saluran (cfs), X, jarak lereng bagian bawah (feet), Lr, panjang saluran (feet), D(X), laju pengendapan sedimen di titik X dan W adalah lebar saluran (feet) [9].

Citra Aster

Citra ASTER adalah satu citra satelit sumberdaya bumi yang sering dimanfaatkan untuk kajian fisik. Citra

ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*) adalah proyek kerja sama Jepang dan Amerika untuk memonitoring permukaan bumi yang menyangkut sumberdaya alam. Sensor ini mengobservasi permukaan bumi dari ketinggian 705 km dengan frekuensi *band*: *Visible and Near Infrared* (VNIR), *Short Wave Infrared* (SWIR) dan *Thermal Infrared* (TIR) [6].

Pengukuran Sedimen

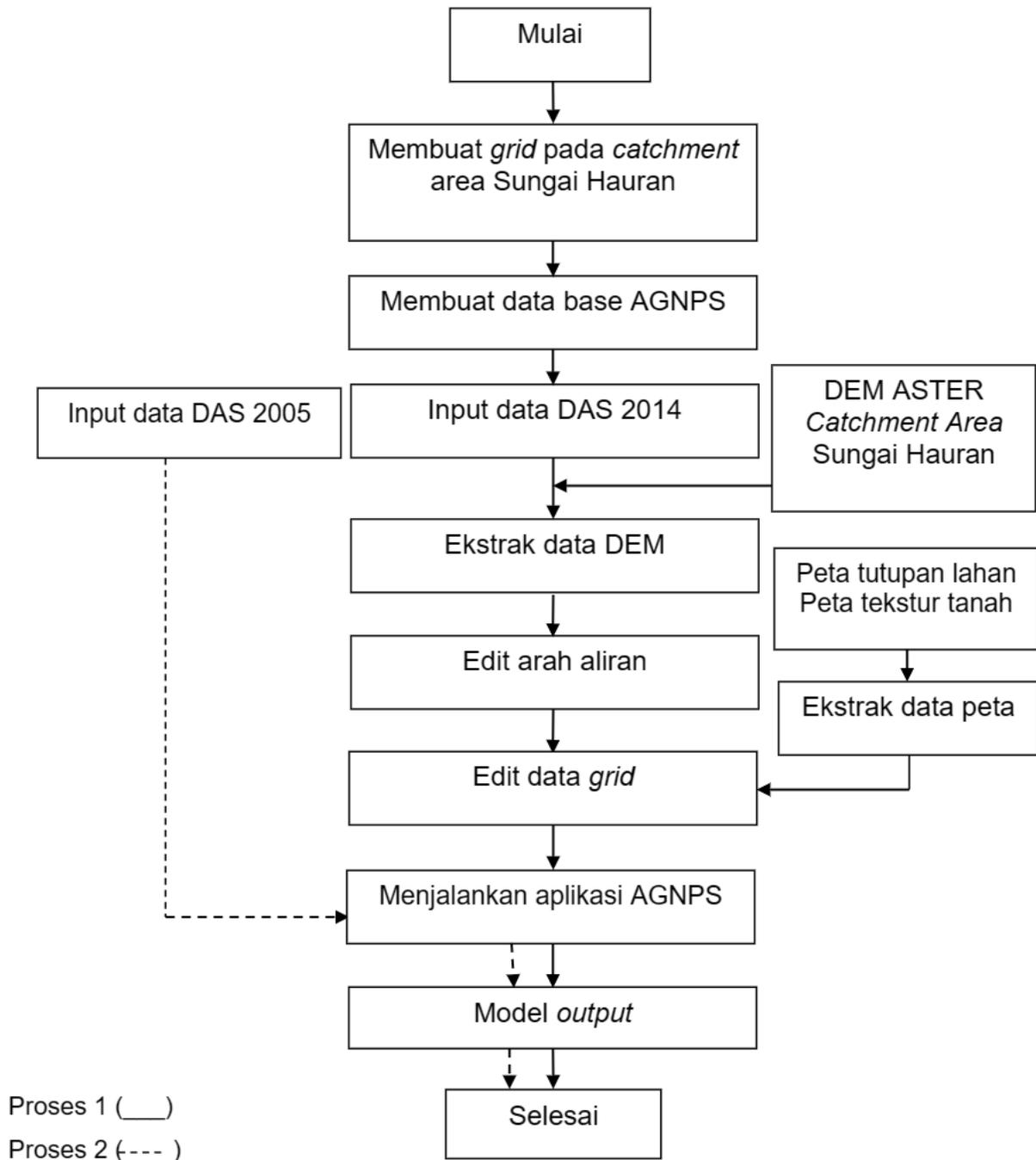
Pengukuran muatan sedimen dengan teknik *depth integrating*, alat ukur sedimen diikatkan pada tongkat penduga, kemudian dimasukkan ke dalam aliran sungai dengan gerakan ke bawah dan ditarik kembali ke atas dengan kecepatan gerak yang sama. Kecepatan gerak tergantung pada kecepatan aliran sungai. Semakin deras aliran air, semakin cepat gerakan yang harus dilakukan.

Saat di laboratorium, sampel air tersebut disaring dengan menggunakan kertas saring dengan ukuran yang sesuai dengan tingkat akurasi data yang diinginkan. Selanjutnya sampel air yang telah disaring tersebut dikeringkan dengan menggunakan oven. Sedimen kering kemudian ditimbang dan dinyatakan dalam

bentuk persentase dari berat total gabungan air dan sedimen [1].

METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini terdiri atas beberapa tahap (gambar 2) yaitu persiapan data menggunakan aplikasi ArcGIS 10.1, pengoperasian data menggunakan model AGNPS, pengambilan sampel sedimen lapangan, analisa hasil erosi dan sedimen serta pembuatan laporan. Proses persiapan data dilakukan terlebih dahulu dengan tujuan untuk menghasilkan peta tutupan lahan, peta tekstur tanah dan peta jaringan sungai yang sesuai dengan model AGNPS. Pengambilan sampel sedimen dilapangan hanya ditujukan sebagai pelengkap data hasil model AGNPS. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut perangkat keras computer, *Global Positioning System (GPS)*, perangkat lunak *ArcGIS 10.1*, perangkat lunak *MapWindow GIS*, perangkat sedimen, alat pengukur curah hujan, gelas ukur, kertas saring, oven, neraca analitik. Bahan yang digunakan adalah sebagai berikut; peta jaringan sungai, peta tutupan lahan, data curah hujan, peta jenis tanah, citra SPOT 6, DEM ASTER dan sampel sedimen.



Gambar 2. Tahap pengolahan data pada MapWindow GIS ekstensi AGNPS

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peta Tutupan Lahan, Peta tekstur tanah dan *output* model AGNPS kategori hujan sedang disajikan pada tabel 3, 4 dan 5.

Output Model AGNPS Kategori Hujan Sedang

Kategori hujan sedang adalah kategori hujan dengan intensitas hujan sedang bernilai 20-50 mm/24 jam. Data

curah hujan maksimum bulanan yang diperoleh dari BMKG memberikan informasi bahwa hujan dengan kategori sedang hanya terjadi dua bulan yakni

pada bulan Februari dan Agustus. Data spasial keluaran model AGNPS untuk kategori hujan sedang ditunjukkan oleh gambar 3 dan gambar 4.

Tabel 3. Parameter-parameter turunan dari peta tutupan lahan

No	Land Code	Land Cover	ManningN	SurfCond	Curve Number				Cfactor
					A	B	C	D	
1	UrHg	High grass	0,08	0,25	49	69	79	84	0,500
2	NUWol	Mixed Forest	0,50	0,25	38	60	74	80	0,008
3	NUWol	youngForest	0,50	0,25	38	60	74	80	0,008
4	NUGr	Grass and Pasture	0,06	0,22	59	74	83	86	0,400
5	NUHw	Rubber	0,06	0,50	50	61	74	80	0,150

Sumber : (Leon & George, 2011)[8]

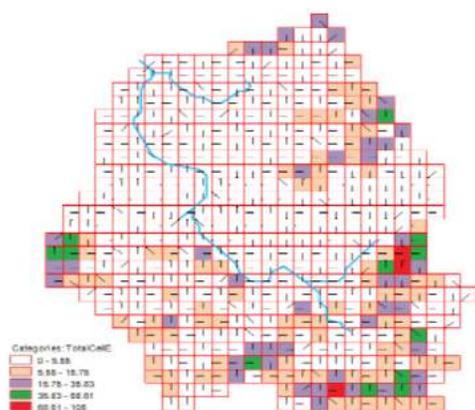
Tabel 4. Parameter masukan dari peta tekstur tanah

No	SCS Code	Soil Class	HSC	SText	K
1	Sil	Silt loam	C	2	0,37
2	C	Clay	D	3	0,20

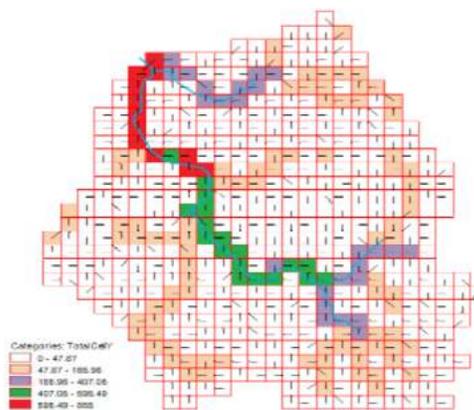
Sumber : (Leon & George, 2011)[8]

Tabel 5. Hasil keluaran sedimen di *outlet catchment area* Sungai Hauran untuk kategori hujan sedang

Jenis Partikel	Analisis sedimen				
	Erosi per satuan luas		NPS (%)	Sedimen per satuan luas (ton/acre)	Sedimen total (ton)
	Daratan (ton/acre)	Saluran (ton/acre)			
Liat	0,37	0	81	0,30	783,95
Debu	0,45	0	4	0,02	44,28
Agregat halus	3,12	0	0	0,01	16,54
Agregat kasar	1,79	0	0	0,00	7,48
Pasir	0,30	0	0	0,00	1,96
Total	6,04	0	5	0,33	854,22



Gambar 3. Sebaran erosi pada *Catchment Area* Sungai Hauran untuk kategori hujan sedang



Gambar 4. Sebaran sedimen pada *Catchment Area* Sungai Hauran untuk kategori hujan sedang

Kategori Hujan Tinggi

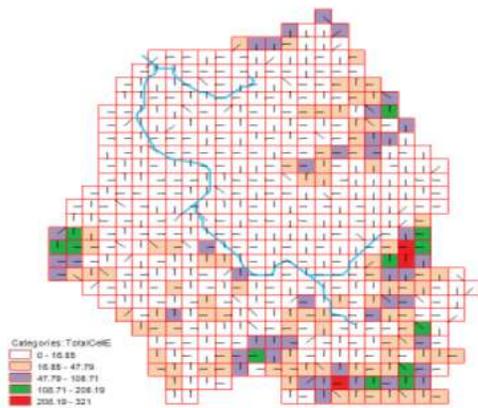
Kategori hujan tinggi (tabel 6) adalah kategori hujan dengan intensitas hujan tinggi bernilai lebih dari 50 mm/24 jam. Data curah hujan maksimum bulanan yang diperoleh dari BMKG memberikan informasi bahwa

hujan dengan kategori tinggi hanya terjadi lima bulan yakni pada bulan Januari, Maret, April, Juli dan Desember.

Data spasial keluaran model AGNPS untuk kategori hujan sedang ditunjukkan oleh gambar 5 dan 6.

Tabel 6. Hasil keluaran sedimen di *outlet catchment Area* Sungai Hauran untuk kategori hujan tinggi

Jenis Partikel	Analisis sedimen				
	Erosi per satuan luas		NPS (%)	Sedimen per satuan luas (ton/acre)	Sedimen total (ton)
	Daratn (ton/acre)	Saluran (ton/acre)			
Liat	1.14	0	90	1.03	2653.46
Debu	1.38	0	12	0.16	422.41
Agregat halus	9.47	0	1	0.06	158.49
Agregat kasar	5.42	0	0	0.00	10.69
Pasir	0.93	0	0	0.00	2.82
Total	18.34	0	7	1.26	3247.87

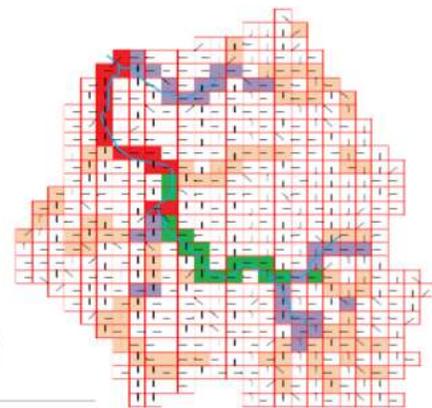


Gambar5. Sebaran erosi pada *Catchment Area* Sungai Hauran untuk kategori hujan tinggi

Setelah melakukan pengolahan data untuk semua data hujan dari data curah hujan maksimum bulanan maka diperoleh besar erosi persatuan luas yang terjadi dalam setahun sebesar 256,43 ton/ha/tahun dengan total sedimen sebesar 17.947,79 ton/tahun (17,60 ton/ha/tahun). Menurut klasifikasi tingkat bahaya erosi, nilai 256,43 ton/ha/tahun merupakan nilai erosi yang masuk dalam kelas tingkat bahaya erosi IV dengan keterangan erosi berat. Sementara itu berdasarkan klasifikasi muatan sedimen, nilai sedimen sebesar 17,60 ton/ha/tahun merupakan sedimen dengan kelas klasifikasi tinggi.

a) Perbandingan Hasil Pemodelan

Salah satu tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa dampak perubahan tutupan lahan di



Gambar6. Sebaran sedimen pada *Catchment Area* Sungai Hauran untuk kategori hujan tinggi

tahun 2005 dan 2014 terhadap besarnya erosi dan sedimen di *catchment Area* Sungai Hauran dengan mengasumsikan data hujan kejadian yang sama. Perbandingan tingkat erosi dan sedimen karena adanya perubahan tutupan lahan tahun 2005 dan 2014 dengan *input* hujan 18,2 mm mengalami peningkatan total erosi persatuan luas dari 0,78 ton/acre (1,93 ton/ha) menjadi 4,64 ton/acre (11,46 ton/ha) dan mengalami penurunan total sedimen pada tahun 2014 dari 50,7 ton menjadi 26,15 ton. Hal tersebut terjadi karena kondisi tutupan lahan tahun 2014 didominasi tanaman bertajuk tinggi yaitu perkebunan dan hutan tanaman dimana tajuknya berada jauh di atas permukaan tanah dengan sedikit tumbuhan bawah dan serasah. Menurut Asdak [1], yang lebih berperan dalam menurunkan besarnya erosi

adalah tumbuhan bawah karena merupakan stratum vegetasi terakhir yang akan menentukan besar-kecilnya erosi percikan.

b) Hasil Lapangan

Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada tanggal 30 Maret 2015 di outlet *Catchment Area* Sungai Hauran, hujan kejadian tercatat sebesar 2,54 mm saat pengambilan sampel selama 30 menit. Pengukuran muatan sedimen dilakukan bersamaan dengan pengukuran debit aliran dengan prosedur yang sama, yaitu dengan cara membagi penampang melintang sungai menjadi beberapa sub penampang. Pengolahan data lapangan dapat diperoleh debit sedimen sebesar 3,42 ton/hari.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Besar erosi yang terjadi pada tahun 2014 termasuk dalam tingkat bahaya erosi berat dengan nilai sebesar 256,43 ton/ha/tahun dan sedimen yang diperoleh masuk dalam kelas klasifikasi muatan sedimen tinggi dengan nilai total sedimen sebesar 17.947,79 ton/tahun (17,60 ton/ha/tahun).
2. Perbandingan nilai erosi dan sedimen untuk tahun 2005 dan 2014 dengan memasukkan data curah hujan kejadian yang sama sebesar 18,2 mm diperoleh peningkatan nilai erosi dari total erosi sebesar 0,78 ton/acre (1,93 ton/ha) menjadi 4,64 ton/acre (11,46 ton/ha) dan mengalami penurunan nilai sedimen dari 50,7 ton menjadi 26,15 ton.
3. *Catchment Area* Sungai Hauran dengan luas lahan 1019 ha memiliki tekstur tanah berupa 492 Ha liat (*clay*) dan 527 Ha berupa lempung berdebu (*silt loam*) dengan jenis tutupan lahantahun 2014 berupa perkebunan karet 40,63%, hutan tanaman 30,32%, belukar 16,29%, hutan lahan kering sekunder 11,48%, dan lahan terbuka 1,26%, sedangkan tutupan lahan pada tahun 2005 didominasi oleh vegetasi alang-alang 37,0%, karet berumur <5 tahun 19,8%, mahoni <5 tahun 15,1%, semak belukar 8,7%, hutan skunder 8,2%, belukar tua 6,1%, karet >5 tahun 2,3% dan sisanya tanaman sengon, tambak, permukiman dan genangan berkisar 1%.
4. Hasil pengukuran sedimen di lapangan diperoleh debit sedimen sebesar 3,42 ton/hari saat hujan kejadian 2,54 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asdak C. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- [2] BPDAS Barito.2011. *Laporan Monitoring dan Evaluasi Kinerja DAS Tahun 2008*. BPDAS Barito, Banjarbaru.
- [3] -----2013. *Laporan Monitoring dan Evaluasi Kinerja DAS Catchment Area Sungai Hauran, Sub DAS Banyu hirang, DAS Maluka Tahun 2012*. BPDAS Barito, Banjarbaru.
- [4] BRLKT Riam Kanan. 2001. *Laporan (Project Annual Operation Report) Proyek Rehabilitasi Hutan/Reboisasi Kerjasama JIFPRO Center Seiko Epson Cooperation dan DITJEN RLPS Departemen Kehutanan*. Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah Riam Kanan. Banjarbaru.
- [5] Departemen Kehutanan. 1998. *Pedoman Penyusunan Rencana Teknik Reha-bilitasi Teknik Lapangan dan Kon-servasi Tanah Daerah Aliran Su-ngai*. Departemen Kehutanan. Jakarta.
- [6] ERSDAC. 2003. *ASTER Reverence Guide Version 1.0*. http://www.science.aster.ersdac.jp/acesystems.or.jp/en/documnts/pdf/ASTER_Ref_V1.pdf (Diakses pada tanggal 1 Oktober 2014)
- [7] Leon,L.F. & George,C. 2011. *MapWindow Interface for AGNPS (MWAGNPS)*. Edisi ke-2 <http://www.waterbase.org/docs/MWAGNPS%20Setup.pdf> (Diakses pada tanggal 23 Nopember 2014)
- [8] Linsley. Jr. R.K, Kohler.M.A, & Paulhus.J.L.H. 1996. *Hidrologi Untuk Insinyur*. Erlangga: Jakarta.
- [9] Londongsalu, D.T. 2008. *Analisis Pendugaan Erosi, Sedimentasi, dan Aliran Permukaan Menggunakan Model AGNPS Berbasis Sistem Informasi Geografis di Sub DAS Jeneberang Propinsi Sulawesi Selatan*. Skripsi Program Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [10] Nugroho, S.P. 2000. *Analisis Aliran Permukaan, Sedimen dan Hara Nitrogen, Fosfor dan Kebutuhan Oksigen Kimiawi dengan Menggunakan Model AGNPS Di Sub DAS Dumpul*. Tesis Magister. Program Pascasarjana, IPB. Bogor.
- [11] -----2000. *Pengaruh Ukuran Sel Terhadap Hasil Prediksi Model AGNPS dalam Evaluasi Pengendalian Kualitas Perairan dari Sumber Pencemar Pertanian*. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 1: 219-226.
- [12] Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.61/Menhut-II/2014. *Tentang Monitoring dan evaluasi pengelolaan daerah aliran sungai*. Jakarta.
- [13] Rahmanto, A.D. 2005. *Analisis Biofisik Lahan dalam Rangka Pengelolaan DAS di Catchment Area Damar Gusang Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan*. Skripsi Program Sarjana, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.

