

**APLIKASI PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI  
GEOGRAFIS UNTUK ESTIMASI EROSI DAN SEDIMENTASI DENGAN  
MODEL ANSWERS  
(Kasus di DAS Tinalah, Samigaluh, Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta)**

**Suryo Kuncoro**  
kuncorosuryo@yahoo.com

**Totok Gunawan**  
totokgunawan@yahoo.com

***Abstract***

*The purpose of this study is to examine the Remote Sensing Imagery as data input parameters and estimating land erosion by using modeling ANSWERS, mapping the modeling results and evaluate the benefits of Remote Sensing and Geographic Information Systems for modeling ANSWERS. ANSWERS modeling parameters can be extracted from Remote Sensing in the form of data streams, land use, and slope; while secondary data in the form of soil and rainfall data. These data will be combined in the individual data elements. The output of the model in the form of erosion and sediment values will be classified into five classes and displayed in the map. The research was conducted in Tinalah watershed, Kulonprogo results to rain events on 14 November 2013 at 38.50 mm rainfall intensity showed there has been a runoff volume of 5,538 mm and causes average soil loss on 149 kg/ha, erosion maximum of 8297 kg/ha and maximum sedimentation 13963 kg/ha.*

*Keywords: Erosion, ANSWERS, Remote Sensing, Geographic Information Systems*

**Abstrak**

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengkaji Citra Penginderaan Jauh sebagai input data parameter lahan dan mengestimasi erosi dengan menggunakan pemodelan ANSWERS, menyajikan peta hasil pemodelan serta mengevaluasi manfaat Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis terhadap pemodelan ANSWERS. Parameter pemodelan ANSWERS dari ekstraksi data Penginderaan Jauh berupa data sungai, data penggunaan lahan, dan data lereng; sedangkan data sekunder berupa data tanah dan data hujan. Data-data tersebut akan digabungkan dalam data individu elemen. Hasil keluaran model yang berupa nilai erosi dan nilai sedimen diklasifikasi dalam 5 kelas dan disajikan dalam bentuk peta. Penelitian dilaksanakan di DAS Tinalah, Kulonprogo untuk kejadian hujan tanggal 14 November 2013 dengan intensitas hujan 38,50 mm menunjukkan telah terjadi volume runoff sebesar 5,538 mm dan menyebabkan kehilangan tanah rata-rata yaitu sebesar 149 kg/ha, erosi maksimal sebesar 8297 kg/ha serta sedimentasi maksimal sebesar 13963 kg/ha.

Kata kunci : Erosi, ANSWERS, Penginderaan Jauh, Sistem Informasi Geografis

## PENDAHULUAN

Erosi adalah peristiwa pindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lain oleh media alami. Pada peristiwa erosi, tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat terkikis dan terangkut dan kemudian diendapkan pada suatu tempat lain. Pengangkutan atau pemindahan tanah tersebut terjadi oleh media alami yaitu air dan angin (Arsyad, 1989).

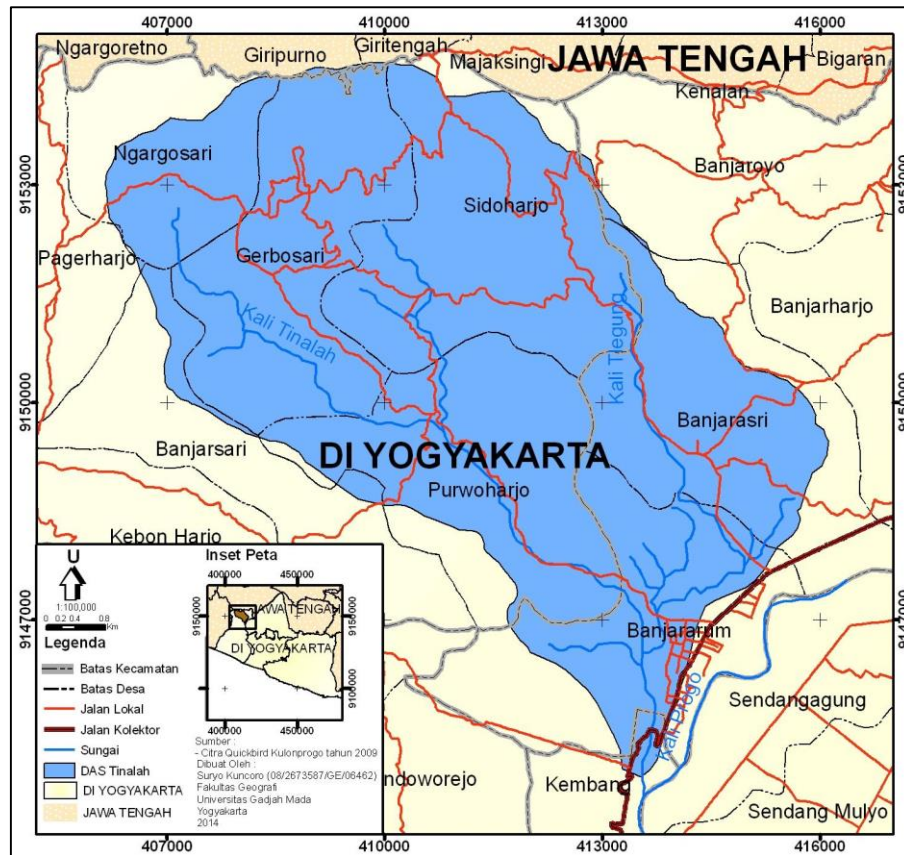
Erosi dapat menyebabkan hilangnya lapisan tanah yang subur dan baik untuk pertumbuhan tanaman serta mengurangi kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air. Material tanah yang terangkut oleh air tersebut dinamakan sedimen dan akan diendapkan pada tempat yang mempunyai aliran air melambat: waduk, sungai, danau, saluran irigasi, dan areal pertanian. Dengan demikian kerusakan yang diakibatkan oleh erosi terjadi di dua tempat yaitu; tanah tempat terjadinya erosi dan pada tempat tujuan akhir material tanah yang terangkut dan terendapkan (Arsyad, 1989).

Aplikasi ekstraksi data Penginderaan Jauh dan SIG dalam pemodelan erosi ANSWERS sebagai upaya pemetaan erosi dimaksudkan agar dapat memantau bagaimana perkembangan erosi pada suatu area sehingga perlu pemantauan secara akurat agar dapat meminimalisir akibat yang terjadi karena erosi tersebut. Dengan adanya pemantauan melalui

pemetaan erosi ini diharapkan dapat dilakukan upaya konservasi tanah serta kebijakan penataan ruang lebih lanjut terhadap daerah yang bersangkutan sesuai dengan undang-undang yang berlaku sehingga dapat tercipta lingkungan yang lestari dan berkelanjutan (*sustainable*).

Aplikasi penginderaan jauh dalam pemetaan erosi ini ditujukan sebagai input data masukan dalam pendugaan tingkat erosi. Informasi seperti topografi, tanah, penggunaan lahan, serta sistem sungai merupakan input data yang dapat diperoleh melalui penginderaan jauh serta aplikasi SIG dalam output berupa pemetaan. Dengan adanya aplikasi penginderaan jauh dan SIG dalam pemetaan erosi ini diharapkan dapat menghemat biaya dan waktu dalam pelaksanaannya bila dibandingkan dengan survey lapangan.

Tujuan dari penulisan jurnal ini adalah 1) Mengkaji kemampuan Citra Penginderaan Jauh sebagai input data parameter lahan dalam estimasi erosi model ANSWERS 2) Mengestimasi tingkat erosi berdasarkan parameter lahan hasil interpretasi Citra Penginderaan Jauh dengan pemodelan ANSWERS 3) Menyajikan Peta hasil estimasi tingkat erosi dari pemodelan ANSWERS dengan bantuan Sistem Informasi Geografis 4) Mengevaluasi manfaat Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis terhadap model ANSWERS dalam pendugaan tingkat erosi.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian DAS Tinalah

## METODE PENELITIAN

Daerah kajian dalam penelitian ini adalah DAS Tinalah. DAS Tinalah yang mempunyai luas  $\pm 4955$  ha ini mencakup dua kecamatan, yaitu kecamatan Samigaluh dan Kalibawang, Kulonprogo, Yogyakarta. Secara geografis terletak pada koordinat 49 M 9144871 – 9154697 mU dan 403913 – 416139 mT.

Dalam penelitian ini beberapa data yang perlu dikumpulkan antara lain Data penggunaan lahan yang terdiri dari Persentase Penutupan penggunaan lahan (PER), Volume intersepsi potensial (PIT), Faktor pengelolaan tanaman (C), Koefisien kekasaran

permukaan (RC), Tinggi kekasaran maksimum (HU), Nilai koefisien Manning untuk permukaan lahan (N).

Data tanah yang dibutuhkan adalah Porositas total (TP), Kapasitas lapang (FP), Laju infiltrasi konstan (FC), Selisih laju infiltrasi maksimum dengan laju infiltrasi konstan (A), Eksponen infiltrasi (P), Kedalaman zona kontrol infiltrasi (DF), Kelembaban tanah awal (ASM), Nilai erodibilitas tanah (K).

Data curah hujan berupa data jumlah dan intensitas hujan pada suatu kejadian hujan serta Data karakteristik sungai meliputi lebar sungai dan koefisien Kekasaran dasar sungai. Data-data yang telah disebutkan diatas disusun dan disatukan dalam Data

parameter individu elemen dan ditambah beberapa data penunjang. Beberapa informasi dalam data individu elemen antara lain Nomor baris elemen (Grid), Nomor kolom elemen (Grid), Kemiringan lereng (%) yang diperoleh dari peta kemiringan lereng, Arah lereng 0° untuk arah timur, arah selatan diwakili 90°, untuk arah barat 180°, dan arah utara 270° atau arah kemiringan lereng berdasarkan kelipatan 45°, Orde sungai apabila elemen yang bersangkutan terdapat sungai, Jenis tanah dari peta penelitian. Dalam grid ini nantinya pemodelan ANSWERS akan diproses sehingga menghasilkan nilai erosi dan jika melebihi batas ini dinilai akan mengurangi keakuratan hasil model ANSWERS. Pada penelitian ini digunakan grid dengan ukuran 300x300 meter sehingga diperoleh jumlah grid 565 elemen. Walaupun grid yang digunakan berukuran cukup luas, diharapkan nantinya grid ini dapat memberikan hasil yang akurat sesuai dengan keadaan sebenarnya di lapangan.

Semua data parameter pemodelan akan disatukan dalam bentuk text untuk diproses ke dalam software ANSWER PLUS V1.01. Input parameter ini disusun sesuai format seperti yang telah ditentukan dalam petunjuk manual ANSWERS.

Hasil keluaran dari pemodelan ANSWERS yang berupa teks dan setiap nilai pada grid elemen merepresentasikan kondisi lapangan dalam ukuran 300x300 meter ini ditampilkan dalam bentuk peta awal berupa peta grid. Nilai keluaran dari

tanah, Jenis penggunaan lahan yang diperoleh dari peta penggunaan lahan, Liputan kejadian hujan data curah hujan, Kemiringan sungai % diperoleh dari pengukuran lapangan, Ketinggian rata-rata yang diperoleh DEM.

Dalam input model ANSWERS, sebuah grid elemen mempunyai informasi yang mencakup data parameter individu elemen. Setiap grid mempunyai koordinat berupa baris dan kolom yang tersusun urut dari kiri bawah hingga kanan atas daerah

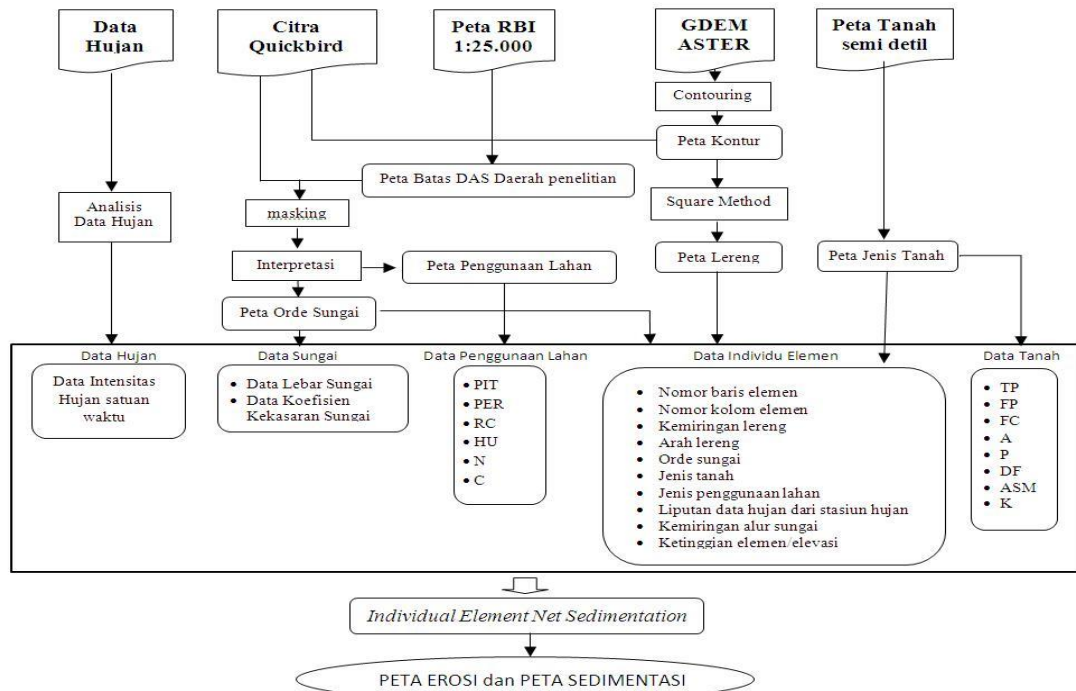
sedimentasi. Dalam pemodelan ANSWERS penggunaan maksimal grid dibatasi hingga 1000 elemen karena pemodelan diklasifikasikan agar memudahkan dalam analisis.

Klasifikasi kelas erosi dan sedimentasi model ANSWERS :

- 0> : Erosi atau Sedimentasi
- 0-100 : Sangat rendah
- 100-1000 : Rendah
- 1000-5000 : Sedang
- 5000-10000 : Tinggi
- 10000< : Sangat Tinggi

Peta yang masih berupa grid kemudian peta tersebut ditumpangkan diatas Citra Quickbird agar dapat dilakukan digitasi daerah mana yang terjadi erosi dan sedimentasi dengan tingkat atau kelas tertentu. Peta grid dalam hal ini sebagai bantuan dalam menentukan daerah yang mengalami erosi dan sedimentasi bukan sebagai batas sesungguhnya pada peta. Penentuan batas erosi dan sedimentasi dilakukan dengan analisis citra yaitu dengan memperhatikan beberapa faktor fisik dan lahan serta bantuan peta grid yang sebelumnya telah dibuat. Dengan analisis citra dan peta grid ini peta erosi

dan sedimentasi dimungkinkan lebih akurat dan tampilan akan lebih merepresentasikan dengan kondisi sebenarnya dilapangan.

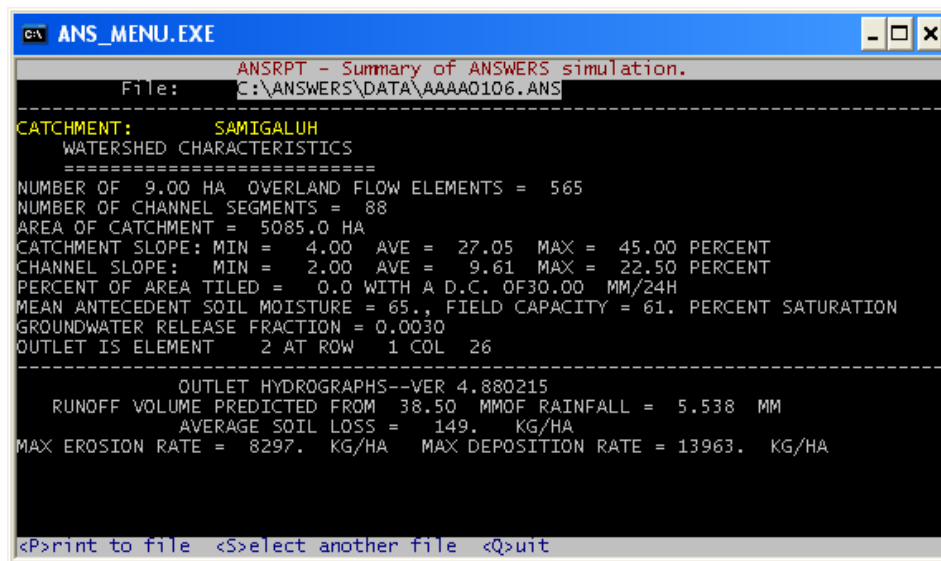


Gambar 2. Diagram alir penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Input parameter dalam pemodelan ANSWERS ini adalah data tanah, data penggunaan lahan, data karakteristik sungai, data intensitas hujan, dan data pendukung untuk menyusun pemodelan yaitu data individu elemen. Dalam pemodelan ini, data intensitas hujan masukan untuk model ANSWERS adalah *daily rainfall event* artinya model ANSWERS ini menggunakan data hujan harian dalam proses pemodelan sehingga hasil dari pemodelan merupakan hasil perkiraan yang terjadi pada hari kejadian hujan berlangsung.

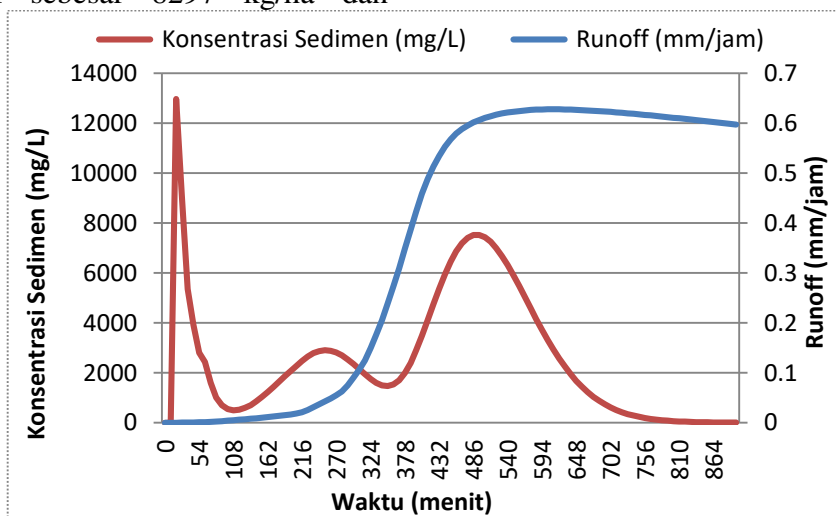
Hasil keluaran dari pemodelan ANSWERS berupa *Summary Report* dan *Outlet Hydrographs*. Dalam keluaran model ANSWERS berupa *summary report* ini berisi ringkasan dari beberapa keluaran hasil pemodelan dan dapat diketahui beberapa informasi seperti kehilangan tanah rata-rata, besar erosi maksimal yang terjadi, besar sedimentasi yang terjadi dan beberapa informasi lain. Dalam penelitian ini digunakan kejadian hujan tanggal 14 November 2013, *summary report* dari kejadian hujan tanggal 14 November 2013 disajikan pada gambar 3.



Gambar 3. Summary Report untuk kejadian hujan 14 November 2013

Dari hasil *Summary Report* dapat dilihat bahwa kejadian hujan tertanggal 14 November 2013 dengan intensitas hujan 38,50 mm memprediksikan volume runoff sebesar 5,538 mm dan menyebabkan kehilangan tanah rata-rata yaitu sebesar 149 kg/ha. Pada kejadian hujan ini menghasilkan erosi maksimal sebesar 8297 kg/ha dan

sedimentasi maksimal sebesar 13963 kg/ha. Keluaran model ANSWERS berupa *Outlet Hydrographs* digunakan untuk melihat bagaimana hubungan waktu curah hujan, runoff, dan sedimen yang terjadi. Hasil keluaran *Outlet Hydrographs* disajikan pada Gambar 5 sebagai berikut:



Gambar 5. Grafik hubungan waktu hujan terhadap runoff dan konsentrasi sedimen

Gambar 5 menunjukkan kurva yang menanjak dari konsentrasi sedimen yang dikarenakan intensitas hujan yang cukup tinggi pada awal terjadinya hujan. Naiknya grafik konsentrasi sedimen pada awal kejadian hujan dimungkinkan karena tingginya intensitas hujan yang jatuh pada permukaan tanah saat keadaan tanah yang masih kering pada awal terjadinya hujan yang menyebabkan tenaga benturan yang besar oleh air hujan terhadap permukaan tanah dan tenaga ini dapat memisahkan partikel-partikel tanah berukuran kecil (erosi percik) sehingga kejadian ini nantinya dapat mempermudah aliran air permukaan dalam membawa butiran-butiran partikel tanah yang telah

terlepas tadi. Setelah beberapa saat intensitas hujan menjadi menurun sehingga grafik konsentrasi sedimen juga mengalami penurunan, hal ini dimungkinkan keadaan tanah yang mulai jenuh dengan air dan partikel tanah akan lebih sulit terlepas sehingga konsentrasi sedimen menjadi berkurang. Bersamaan dengan naiknya intensitas hujan dan konsentrasi sedimen yang kembali naik walaupun tidak sebesar pada awal kejadian hujan, grafik runoff juga mengalami peningkatan. Pada saat grafik runoff meningkat inilah partikel-partikel tanah yang lepas tadi akan mudah tersapu oleh aliran permukaan dan terendapkan disuatu tempat yang lain.

Tabel 1. Estimasi tingkat Erosi setiap desa DAS Tinalah, Kulonprogo

DESA	Kelas Erosi					Jumlah
	<0 kg/ha	0-100 kg/ha	100-1000 kg/ha	1000-5000 kg/ha	5000-10000 kg/ha	
Banjararum	131.87	419.06	75.07	1.56	-	627.57
Banjarasri	238.67	294.15	80.38	141.36	-	754.56
Banjarsari	-	-	20.14	54.98	-	75.11
Gerbosari	276.51	50.65	338.44	361.78	-	1027.38
Ngargosari	161.90	17.02	105.60	85.19	-	369.71
Purwoharjo	223.71	295.76	273.41	171.72	-	964.61
Sidoharjo	261.89	167.57	253.12	419.63	33.88	1136.09
<b>Jumlah</b>	<b>1294.55</b>	<b>1244.23</b>	<b>1146.15</b>	<b>1236.23</b>	<b>33.88</b>	<b>4955.03</b>

Sumber: Hasil Pemodelan ANSWERS tanggal 14 November 2013

Tabel 2. Persebaran Sedimentasi setiap desa DAS Tinalah, Kulonprogo

Desa	Kelas Sedimen						Jumlah
	<0 kg/ha	0-100 kg/ha	100-1000 kg/ha	1000-5000 kg/ha	5000-10000 kg/ha	>10000 kg/ha	
Banjararum	129.22	469.75	24.10	4.51	-		627.57
Banjarasri	289.66	288.67	46.79	127.89	-	1.54	754.56

Lanjutan Tabel 2. Persebaran Sedimentasi setiap desa DAS Tinalah, Kulonprogo

Desa	Kelas Sedimen						Jumlah
	<0 kg/ha	0-100 kg/ha	100-1000 kg/ha	1000-5000 kg/ha	5000-10000 kg/ha	>10000 kg/ha	
Banjarsari	75.11	-	-	-	-	-	75.11
Gerbosari	717.24	17.35	193.23	83.28	16.27	-	1027.38
Ngargosari	206.85	28.33	134.53	-	-	-	369.71
Purwoharjo	545.1	235.46	104.87	79.18	-	-	964.61
Sidoharjo	709.54	156.49	121.87	74.64	62.33	11.21	1136.09
<b>Jumlah</b>	<b>2672.73</b>	<b>1196.06</b>	<b>625.39</b>	<b>369.5</b>	<b>78.61</b>	<b>12.75</b>	<b>4955.03</b>

Sumber: Hasil Pemodelan ANSWERS tanggal 14 November 2013

Dari Tabel 1. persebaran Erosi dapat diketahui Desa Banjararum didominasi oleh erosi dengan range kelas 0-100 kg/ha seluas 419,06 ha sedangkan pada tabel persebaran Sedimentasi didominasi oleh range kelas yang sama dengan luas 469,75 ha. Dapat dikatakan desa Banjararum mengalami tingkat erosi dan sedimentasi yang sama yaitu sangat rendah. Desa Gerbosari tercatat memiliki wilayah dengan dampak tingkat erosi rendah dan sedang yang hampir sama luasnya yaitu 338,44 ha dan 361,78 ha. Lebih dari setengah dari luas wilayah desa Gerbosari ini mengalami dampak erosi dengan tingkat erosi rendah dan sedang. Jika dilihat dari persebaran sedimentasi, desa Gerbosari mencatatkan wilayah dengan dampak tingkat sedimentasi tinggi yaitu seluas 16,27 ha, tingkat sedimentasi sedang 83,28 ha, tingkat

sedimentasi rendah 193,23 ha, dan tingkat sedimentasi sangat rendah seluas 17,35 ha. Untuk desa Sidoharjo yang mempunyai luas wilayah terbesar didaerah penelitian yang wilayahnya didominasi pegunungan dan lembah mempunyai dampak tingkat erosi tinggi yaitu seluas 33,88 ha. Jika diamati dari data yang ada, desa Sidoharjo merupakan satu-satunya wilayah yang mengalami dampak tingkat erosi tinggi, selain itu juga wilayah desa Sidoharjo ini didominasi oleh dampak tingkat erosi sedang dengan luas 419,63 ha. Berdasarkan data persebaran sedimen yang ada, desa Sidoharjo mengalami persebaran sedimen yang kompleks karena semua dampak tingkat sedimen tersebar pada wilayah ini mulai dari dampak tingkat sedimen sangat rendah hingga dampak tingkat sedimen sangat tinggi.



Tabel 3. Persentase luas erosi dan sedimentasi setiap penggunaan lahan

	Erosi	Sedimentasi	Jumlah
Kebun campuran	70.76 %	29.24 %	100%
Permukiman	61.42 %	38.58 %	100%
Sawah irigasi	36.53 %	63.47 %	100%
Sawah tadah hujan	20.43 %	79.57 %	100%
Semak belukar	60.92 %	39.08 %	100%
Tegalan	74.59 %	25.41 %	100%

Sumber : Analisis hasil pemodelan menggunakan Arcgis 9.3 dan Excell

Tabel 4. Persentase persebaran erosi dan sedimentasi DAS Tinalah, Kulonprogo

	Erosi	Sedimentasi	Jumlah
Kebun campuran	27.19 %	11.23 %	38.43 %
Permukiman	11.58 %	7.27 %	18.85 %
Sawah irigasi	3.85 %	6.70 %	10.55 %
Sawah tadah hujan	1.40 %	5.44 %	6.84 %
Semak belukar	5.89 %	3.78 %	9.66 %
Tegalan	11.69 %	3.98 %	15.67 %
<b>Jumlah</b>	<b>61.60 %</b>	<b>48.40 %</b>	<b>100.00 %</b>

Sumber : Analisis hasil pemodelan menggunakan Arcgis 9.3 dan Excell

Tabel 3 Dan Tabel 4 merupakan tabel persentase luas erosi dan sedimentasi setiap penggunaan lahan dan persentase seluruh daerah penelitian. Dari Tabel 3 diketahui bahwa penggunaan lahan tegalan rawan terjadi erosi yaitu sebanyak 74,59 % areanya mengalami erosi disusul kebun campuran dengan 70,76 % dari total areanya. Sedangkan secara keseluruhan karena kebun campuran mempunyai luas area terbesar didaerah penelitian sehingga persentase kemungkinan terjadi erosi dan sedimentasi juga besar yaitu tercatat 27,19 % dari total area mengalami erosi pada penggunaan

lahan kebun campuran, sedangkan sawah tadah hujan mengalami erosi paling sedikit dengan 1,40 % dari total luas area.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

1. Aplikasi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis dapat dan mampu digunakan baik dalam input masukan maupun penyajian peta dalam estimasi erosi pemodelan ANSWERS.
2. Hasil prediksi erosi pemodelan ANSWERS untuk kejadian hujan tanggal 14 November 2013 dengan intensitas hujan 38,50 mm menunjukkan telah terjadi volume

- runoff sebesar 5,538 mm dan menyebabkan kehilangan tanah rata-rata yaitu sebesar 149 kg/ha dan menghasilkan erosi maksimal sebesar 8297 kg/ha dan sedimentasi maksimal sebesar 13963 kg/ha.
3. Secara administrasi Desa Sidoharjo paling rawan terhadap erosi, sebagian besar wilayahnya terkena dampak erosi yaitu lebih dari 70% dari luas wilayahnya sedangkan desa Banjararum paling rawan terhadap sedimentasi yaitu lebih dari 50% wilayahnya terkena dampak sedimentasi.
  4. Penggunaan lahan tegalan didaerah penelitian paling rawan terhadap erosi. Tegalan kebanyakan berada pada lokasi dengan kemiringan lereng besar serta pengolahan tanah yang tidak sesuai dengan kaidah konservasi sehingga semakin meningkatkan kerawanan terhadap erosi.
  5. Keakuratan dan kelengkapan data input masukan model ANSWERS akan menghasilkan keluaran pemodelan yang mendekati dengan keadaan dilapangan sebenarnya.
  6. Untuk menghasilkan *output* pemodelan yang tepat sasaran diperlukan ketelitian user dalam menyusun input masukan pemodelan.
  7. Perlu adanya kesadaran dari masyarakat akan pentingnya menjaga dan melestarikan lingkungan terkait pengolahan lahan yang sesuai dengan kaidah

konservasi tanah dan air sehingga dapat mengurangi terjadinya erosi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 1989. Konservasi Tanah dan Air. Bogor: IPB Press.
- Beasley, D.B dan L.F. Huggins. 1991. ANSWERS (*Areal Nonpoint Source Watershed Environment Respon Simulation*) *User's Manual: 2th Edition*. Chicago: US EPA Region V.
- Dulbahri, 1985. Interpretasi Citra Untuk survey Vegetasi. Puspics, Bakorsurtanal, UGM, Yogyakarta.
- Hardjowigeno, S. 1992. Ilmu Tanah. Edisi ketiga. PT. Mediyatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Lillesand and Kiefer, 1993. Remote Sensing And Image Interpretation, John Villey and Sons, New York.
- Lo, C.P, 1986. Penginderaan Jauh Terapan, UI- Press, Jakarta.
- Puguh Dwi Raharjo dan Saifudin. Pemetaan Erosi DAS Lukulo Hulu Dengan Menggunakan Data Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografi. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* Vol. 8, No. 2 (2008) p: 103-113.
- Sutanto, 1986. Penginderaan Jauh Jilid I, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sutanto, 1986. Penginderaan Jauh Jilid II, Gadjah Mada University Press. Yogyakarta