

ANALISIS SENSITIVITAS PARAMETER HIDROLOGI, SEDIMENTASI DAN HARA DENGAN MENGGUNAKAN MODEL AGNPS UNTUK PENGELOLAAN LINGKUNGAN

Oleh : Sutopo Purwo Nugroho^{*)}

Abstract

In Indonesia, the serious problems of degradation water quality from nonpoint source pollution was not yet many applied on watershed. Agricultural activities such as cultivation and application of fertilizer and pesticide will influence water quality, with activities in runoff-producing zones and near streams having a greater effect than those elsewhere. Water quality integrates all sources of pollutants. Nonpoint sources, by definition, are diffuse and not easily identified or quantified. The control technologies and best management practice available are generally expensive to be implemented.

AGNPS model is a model hydrology that should used to identify and quantify the nonpoint source pollution from watershed. The AGNPS is an event-based model that simulates surface runoff, sediment, and nutrient transport primarily from agricultural watersheds. In addition, the model considers point sources of water, sediment, nutrients, and chemical oxygen demand (COD) from animal feedlots, and spring. The model has the ability to output water quality characteristics at intermediate points throughout the watershed network.

Seven parameters were selected out of twenty two parameters based on their significance in sensitivity to hydrology, erosion and sediment, and nutrient yield output. That seven parameters consist of SCS curve number, Manning's roughness coefficient, cover and management factor, land slope, channel sideslope, practice factor and fertilization availability factor. Omitted parameters in the hypothetical scenario formulation were either parameters of uncontrollable nature such as rainfall, EI_{30} , soil erodibility, or parameters that had least significant sensitivity such as field slope length and channel slope. The simulation with BMP system has been conducted from the parameter adjustment for seven parameters. The BMP scenario was most effective in reducing the degree of volume and peak runoff rate by 32,08% and 29,66% from the base value of 0,53 inches and 118,51 cfs. All erosion and sediment related nonpoint source pollutants were significantly reduced by 66,36% from the base value of 135,67 tons by altering the cover and management factor (C-factor) and the practice factor (P-factor). At the time that, total N dan total P were significantly reduced by 56,85% and 57,92% from the base value of 11,15 lbs/acre and 7,01 lbs/acre with that same of methods.

Keywords : sensitivity of analysis, AGNPS model, hydrology, sediment, nutrient, simulation.

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan lingkungan di Indonesia sampai saat ini masih sangat terbatas, marjinal, sektoral, dan belum mencapai hasil yang memuaskan serta tidak mencapai pada sasaran yang ingin dicapai. Indikator ketidakberhasilan usaha pengelolaan lingkungan ini dapat dengan mudah dikenali, seperti semakin rusaknya keseimbangan lingkungan, banjir, kekeringan, erosi,

sedimentasi, dan semakin menurunnya kualitas air sehingga telah menimbulkan kerugian yang besar. Kondisi demikian terjadi lebih disebabkan pada kurang baiknya manajemen dalam perencanaan dan pengelolaan lingkungan.

Dalam pengelolaan lingkungan tersebut, saat ini yang sudah banyak diterapkan dan dikuasai teknologinya adalah penanganan masalah polutan yang berasal dari satu titik atau suatu tempat yang telah diketahui secara

^{*)} Penulis adalah staf peneliti Kelompok Hidrologi dan Lingkungan UPT Hujan Buatan BPPT, saat ini sedang menempuh S-2 di Program Studi Pengelolaan DAS di IPB Bogor.

pasti (*point sources*), misalnya limbah dari pabrik yang menggunakan bahan-bahan kimia. Sistem penanggulangannya adalah dengan cara perbaikan prosedur perlakuan (*treatment*) dari limbah yang akan dialirkan ke sungai atau badan air lainnya. Sementara pada bentuk pencemaran yang berasal dari daerah yang tidak dikenali secara pasti (*non-point sources*) sampai saat ini masih jarang dilakukan. Alternatif penanggulangannya adalah dengan cara memperbaiki praktek-praktek pengelolaan lahan di daerah yang diperkirakan sebagai asal pencemaran.

Usaha pengelolaan lingkungan dengan orientasi pada sumber-sumber pencemar yang berasal dari bukan satu titik akan sangat berkaitan dengan perencanaan dan pengelolaan suatu wilayah, khususnya suatu daerah aliran sungai (DAS). Untuk menyusun suatu perencanaan pengelolaan DAS yang baik, diperlukan informasi yang akurat mengenai laju erosi, aliran permukaan dan kualitas airnya. Berdasarkan informasi tersebut dapat dirancang model dan pola penggunaan lahan serta tingkat masukan konservasi untuk jangka pendek, menengah dan jangka panjang.

Usaha pengumpulan data hidrologi, erosi, sedimentasi dan hara secara kuantitatif sampai saat ini masih mengalami hambatan. Hal ini disebabkan pengumpulan data dasar tersebut sebagian besar masih dilakukan dengan metode pengukuran yang tentu saja kurang efisien untuk menjangkau wilayah yang luas dan selain itu juga membutuhkan waktu yang lama. Hambatan lain yang dihadapi adalah belum dikuasainya metode pendugaan yang aplikatif untuk kondisi di Indonesia dan yang dapat menghasilkan informasi hidrologi, erosi, sedimentasi dan hara secara akurat, handal dan mencakup wilayah yang luas. Bahkan metode pendugaan yang dapat memprediksi hidrologi, erosi, sedimentasi dan hara sekaligus belum banyak dikenal di kalangan perencana pengelolaan DAS.

Dengan semakin berkembangnya masalah lingkungan khususnya pada DAS dengan penggunaan lahan dominan untuk pertanian yang intensif, maka diperlukan suatu model prediksi yang tidak saja bersifat distribusi tetapi juga menyajikan informasi mengenai erosi, aliran permukaan dan hara baik dalam bentuk sedimen maupun hara yang berasosiasi dengan aliran permukaan dan sedimen.

Salah satu model prediksi yang dapat memenuhi harapan demikian adalah model AGNPS (*Agricultural Non-Point Source Pollution Model*) yang dikembangkan oleh Robert A. Young dkk (1987) di North Central Soil Conservation Research Laboratory, USDA-ARS (USDA - *Agricultural Research Service*,

Morris, Minnesota. Kelebihan model ini terletak pada parameter-parameter model yang terdistribusi di seluruh areal DAS, sehingga nilai-nilai parameter model benar-benar mencerminkan kondisi biofisik DAS pada setiap satuan luas di dalam DAS. Selain erosi, model ini mampu menghasilkan keluaran-keluaran seperti : jumlah dan laju aliran permukaan, hasil sedimen, laju deposisi sedimen, serta jumlah kehilangan hara N, P, dan COD, baik untuk DAS maupun di setiap sel.

Dengan melakukan analisis sensitivitas dari parameter-parameter masukan model tersebut maka akan dikenali dan diketemukan parameter yang paling berpengaruh pada hidrologi, erosi dan hara yang sesuai dengan karakteristik DAS tersebut. Dengan mempertimbangkan informasi biofisik, sosial ekonomi dan kondisi kelembagaan lainnya maka langkah-langkah yang diperlukan untuk menentukan alternatif pengelolaan lingkungan dapat dilakukan dengan efektif dan efisien. Manfaat dari analisis ini pengelolaan DAS secara berkelanjutan (*sustainable*) yang diukur dari pendapatan, produksi, teknologi dan erosi akan lebih mudah direncanakan.

2. BAHASAN

Metode penelitian yang digunakan adalah menerapkan model AGNPS dengan melakukan analisis sensitivitas yang kemudian dilanjutkan dengan simulasi masukan parameter model AGNPS.

2.1. Model AGNPS

Model AGNPS adalah model berdasar kejadian yang mensimulasi aliran permukaan, sedimen dan transpor hara khususnya dari suatu DAS dengan lahan pertanian. Model AGNPS merupakan gabungan antara model distribusi dan model sekuensial. Sebagai model distribusi, penyelesaian persamaan keseimbangan massa dilakukan serempak untuk semua sel. Sedangkan sebagai model sekuensial, air dan cemaran ditelusuri dalam rangkaian aliran di permukaan lahan dan di saluran secara berurutan.

Model AGNPS bekerja pada basis sel geografis (*dirichlet tessellation*) yang digunakan untuk menggambarkan kondisi daerah di atasnya (*upland*) dan saluran (*channel*). *Dirichlet tessellation* adalah proses pembagian dan pengelompokan sel atau tiles yang juga dikenal dengan nama poligon Thiessen atau Voronoi. Setiap sel berbentuk bujur sangkar seragam yang membagi DAS secara merata, dimana memungkinkan analisa pada titik dalam suatu DAS. Polutan potensial ditelusuri melalui

sel-sel dari awal hingga outlet secara bertahap sehingga aliran pada setiap titik antar sel dapat diperhitungkan.

Komponen-komponen model menggunakan persamaan dan metodologi yang telah ditetapkan dan secara luas digunakan oleh USDA SCS. Volume aliran permukaan dan laju puncak aliran dihitung dengan menggunakan metode kurva aliran SCS. Laju puncak aliran untuk setiap sel dihitung dengan menggunakan sebuah hubungan empiris seperti yang diajukan oleh Smith dan Williams (1980) dan digunakan juga dalam model CREAMS (*Chemical Runoff and Erosion from Agricultural Management System*). Erosi bagian atas (*upland*) dan transpor sedimen dihitung dengan menggunakan modifikasi USLE (*Universal Soil Loss Equation*). Sedimen ditelusuri dari sel ke sel di dalam DAS hingga ke *outlet* dengan menggunakan hubungan sedimen transpor dan pengendapan yang didasarkan pada persamaan kondisi tetap (*steady-state continuity*). Transpor kimiawi dihitung berdasarkan hubungan yang diadopsi dari CREAMS dan model persamaan *feedlot* (Young et al., 1982).

Kapasitas model AGNPS yang diterapkan dalam suatu DAS akan memperlihatkan kelebihan dibandingkan dengan model lainnya. Kelebihan tersebut antara lain :

- a. Dengan parameter distribusi yang dipergunakan dapat memberikan hasil prediksi yang akurat di seluruh DAS.
- b. Berbagai kondisi biofisik DAS dapat disimulasikan secara bersamaan di dalam model itu.
- c. Hasil prediksi dapat berupa aliran permukaan, hasil sedimen, kehilangan N, P dan COD, baik yang terdapat di setiap sel maupun kontribusi dari sel yang lain.

Model AGNPS ini sudah banyak diterapkan di Amerika Serikat, Kanada, Eropa dan beberapa negara di Asia untuk usaha perencanaan pengelolaan lingkungan dan evaluasi kegiatan konservasi. Namun di Indonesia, model ini belum pernah diterapkan untuk kegiatan pengelolaan lingkungan dan konservasi.

2.2. Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan di sub DAS Dumpul yang terletak pada 7°38'55" – 7°39'48" LS dan 110°52'48" – 110°54'28" BT. Secara administratif daerah penelitian merupakan wilayah dari Desa Ngunut dan

Desa Tugu, Kecamatan Jumantono, Kabupaten Karanganyar, Propinsi Jawa Tengah.

Di dalam sub DAS Dumpul terdapat Sungai Dumpul yang merupakan sungai orde pertama dari Sungai Samin yang bermuara di Bengawan Solo. Kemiringan rata-rata sebesar 9% dengan gradien sungai sebesar 7%. Tinggi rata-rata sub DAS Dumpul adalah 233 meter di atas permukaan air laut. Luas DAS Dumpul 136 ha dengan bentuk memanjang dari arah timur ke barat.

2.4. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini model AGNPS yang digunakan adalah model AGNPS versi 5.00. yang dikeluarkan oleh USDA-ARS pada tahun 1995.

2.4.1. Parameter masukan model AGNPS

Untuk data masukan model, maka sub DAS Dumpul dibagi menjadi 166 sel dengan luas masing-masing sel 2 akre (8.100 m² atau 0,81 ha). Dalam model AGNPS ada dua parameter masukan yang harus diisi yaitu parameter inisial data DAS yang bersifat *lumped* dan data per sel yang bersifat distribusi Parameter masukan inisial data meliputi :

- a. Identifikasi DAS;
- b. Deskripsi DAS;
- c. Luas area;
- d. Jumlah sel;
- e. Curah hujan;
- f. Konsentrasi Nitrogen dalam curah hujan;
- g. Nilai Energi Intensitas hujan (EI₃₀);
- h. Durasi hujan;
- i. Penghitungan debit puncak aliran (AGNPS atau TR-55);
- j. Informasi geomorfik;
- k. Faktor bentuk hidrograf.

Sedangkan parameter masukan per sel (*spreadsheet data entry*) dalam model AGNPS terdiri dari 22 parameter, yaitu :

- a. Nomor sel;
- b. Nomor sel penerima;
- c. Divisi sel penerima,
- d. Arah aliran;
- f. Bilangan kurva SCS;
- g. Kemiringan lereng (%);
- g. Faktor bentuk lereng;
- h. Panjang lereng;
- i. Koefisien aliran Manning;
- k. Faktor erodibilitas tanah (K);
- l. Faktor pengelolaan tanaman (C);
- l. Faktor pengelolaan tanah (P);
- m. Konstanta kondisi aliran;

- n. Faktor *Chemical Oxygen Demand* (COD);
- o. Tekstur tanah;
- p. Indikator pemupukan;
- q. Indikator pestisida;
- r. Indikator *point source*;
- s. Indikator tambahan erosi;
- t. Faktor genangan (*inpondment*);
- u. Indikator saluran.

Parameter masukan model tersebut diperoleh peta topografi, peta tanah, peta penggunaan lahan, analisa laboratorium, pengukuran lapangan dan studi pustaka.

2.4.2. Analisis Sensitivitas dan Simulasi

Analisis sensitivitas dari sistem dilakukan dengan membuat perubahan pada parameter masukan. Masing-masing parameter masukan dicoba satu per satu untuk melihat pengaruhnya terhadap perubahan keluaran model. Parameter tersebut dinaikkan atau diturunkan nilainya sebesar 10, 20 atau 50%. Penilaian sensitivitas dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut : (1) tidak sensitif, jika perubahan pada output kurang dari setengah daripada persentase perubahan pada input; (2) kurang sensitif, jika perubahan pada output berada diantara setengah hingga satu dari persentase perubahan pada input; dan (3) sensitif, jika perubahan pada output lebih besar daripada persentase perubahan pada input.

Dari hasil analisis sensitivitas tersebut selanjutnya parameter-parameter masukan yang mempunyai sensitivitas tinggi dilakukan simulasi. Tujuan simulasi adalah untuk menentukan praktek pengelolaan lahan yang terbaik (BMP = *best management practice*).

Dalam simulasi tersebut perlu memperhatikan agroteknologi yang tepat sesuai kondisi biofisik DAS dan mempertimbangkan kondisi sosial, ekonomi dan budaya masyarakat setempat. Sebab tidak ada gunanya seandainya agroteknologi direkomendasikan dan akan memberikan hasil yang menguntungkan, namun kemampuan masyarakat untuk mengadopsi dan menerapkan agroteknologi teknologi tersebut rendah atau sulit.

2.5 Hasil

Berdasarkan data curah hujan harian selama bulan Desember 1999 hingga April 2000 terjadi hujan tunggal terbesar sebesar 93 mm (3,66 acre) dengan energi kinetik hujannya sebesar 43,83 kaki-ton/akre/inci sehingga hujan inilah yang digunakan dalam analisis model AGNPS. Sedangkan data masukan per sel untuk beberapa parameter seperti bilangan kurva SCS (CN), koefisien kekasaran aliran Manning (n), faktor erodibilitas tanah (K), faktor pengelolaan tanaman (C), faktor pengelolaan tanah (P), konstanta aliran permukaan (sc) dan faktor COD adalah sebagai berikut (Tabel 1) : Dari data masukan model tersebut maka diperoleh hasil keluaran model seperti yang tercantum pada Tabel 2. Volume dan laju puncak aliran permukaan sebesar 0,53 inci (18.101 m³) dan 118,51 cfs (3,35 m³/detik). Hasil sedimen sebesar 135,67 tons (0,9162 ton/ha). Hasil sedimen tersebut tergolong sangat besar mengingat hasil dari model tersebut berdasarkan satu kejadian hujan, sehingga kemungkinan telah melebihi dari erosi yang ditoleransikan.

Tabel 1. Nilai masukan model AGNPS untuk beberapa parameter

No	Penggunaan lahan	CN	n	K	C	P	sc	COD
1	Tegalan							
	▪ Menurut kontur	61,8	0,06	0,293	0,421	0,75	0,29	170
	▪ Menurut lereng	64,4	0,06	0,293	0,421	0,75	0,05	170
	▪ Teras – kontur	55,8	0,06	0,293	0,421	0,40	0,29	170
2	Sawah	53,4	0,08	0,265	0,496	0,056	0,29	80
3	Permukiman	55,8	0,05	0,310	0,200	1	0,01	80

Sumber : Analisis data primer dan sekunder, 2000

Sedangkan dari N-total yang merupakan jumlah dari total N dalam sedimen dan total N terlarut dalam aliran permukaan sebesar 11,15 lbs/acre (12,488 kg/ha). Untuk hara P-total sebesar 7,851 kg/ha. Jumlah hara yang

cukup besar demikian akan berpengaruh pada terjadinya eutrofikasi di badan-badan air di hilir DAS sehingga dimungkinkan tumbuhnya tumbuhan ganggang/algae secara tidak terkendali.

Tabel 2. Hasil keluaran model AGNPS untuk kondisi aktual dan hasil simulasi secara BMP

Parameter	Aktual	Simulasi BMP
• Luas DAS (akre)	332,00	332,00
• Luas sel (akre)	2,00	2,00
• Curah hujan (inci)	3,66	3,66
• EI_{30}	43,83	43,83
• Volume runoff (inci)	0,53	0,36
• Laju puncak runoff (cfs)	118,51	83,36
• Total sedimen lapang (ton)	135,67	45,64
• Total N dalam sedimen (lbs/akre)	10,97	4,58
• Total N terlarut dlm runoff (lbs/akre)	0,18	0,12
• Konsentrasi N terlarut dlm runoff (ppm)	1,49	1,47
• Total P dalam sedimen (lbs/akre)	6,94	2,90
• Total P terlarut dlm runoff (lbs/akre)	0,07	0,05
• Konsentrasi P terlarut dlm runoff (ppm)	0,61	0,61
• Total COD terlarut dalam runoff (lbs/akre)	0,01	0,01
• Konsentrasi COD terlarut dlm runoff (ppm)	0,10	0,15

Sumber : Hasil analisis model AGNPS, 2000

Berdasarkan analisis sensitivitas maka dari model AGNPS diketahui terdapat tujuh parameter yang mempunyai sensitivitas tinggi yaitu bilangan kurva SCS, koefisien aliran Manning, faktor pengelolaan tanaman (C), faktor pengelolaan tanah (P), kemiringan lereng (LS dalam %), konstanta aliran permukaan (scc), dan faktor ketersediaan pupuk. Ketujuh parameter tersebut sangat dipengaruhi oleh faktor penggunaan lahan sehingga bisa disimulasikan untuk memperoleh jenis agroteknologi yang sesuai dengan kondisi biofisik DAS.

Selain ketujuh parameter di atas sebenarnya terdapat beberapa parameter yang mempunyai sensitivitas tinggi seperti curah hujan, EI_{30} , erodibilitas tanah, panjang lereng dan kemiringan saluran. Namun parameter tersebut sangat sulit untuk diubah dan kondisinya relatif tetap sehingga jika diubah seperti erodibilitas tanah, panjang lereng dan kemiringan saluran akan membutuhkan biaya yang sangat besar. Hal inilah yang menyebabkan parameter-parameter tersebut tidak pernah disimulasikan.

Dalam perencanaan pengelolaan lingkungan, simulasi sangat bermanfaat agar kegiatan konservasi dan evaluasinya dapat lebih efisien, tepat guna dan tepat tempat. Langkah ini sangat strategis agar penggunaan sumberdaya lahan dapat dilakukan secara berkelanjutan, yaitu dengan menerapkan sistem pertanian konservasi. Sistem pertanian konservasi yang dimaksud adalah sistem pertanian yang mengintegrasikan teknik konservasi tanah dan air ke dalam sistem usahatani dengan tujuan utama untuk meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan

petani, serta sekaligus menekan bahaya erosi agar erosi yang terjadi menjadi lebih kecil atau sama dengan erosi yang dapat ditoleransikan (*tolerable soil loss*), sehingga sistem pertanian tersebut dapat dilakukan secara berkesinambungan tanpa batas waktu.

Sistem pertanian konservasi dicirikan oleh : a) Produksi pertanian cukup tinggi sehingga petani tetap bergairah melanjutkan usahanya; b) Pendapatan petani cukup tinggi sehingga petani dapat mendesain masa depan keluarganya dari hasil pendapatan usahatani yang dilakukannya; c) Teknologi yang diterapkan sesuai dengan kemampuan petani setempat; d) Komoditi pertanian yang diusahakan beragam dan sesuai dengan kondisi biofisik daerah, dapat diterima petani dan laku di pasar; e) Laju erosi lebih kecil dari erosi yang dapat ditoleransikan, sehingga produksi yang cukup tinggi tetap dapat dipertahankan/ditingkatkan secara lestari, dan fungsi hidrologis terpelihara dengan baik (Sinukaban, 1994).

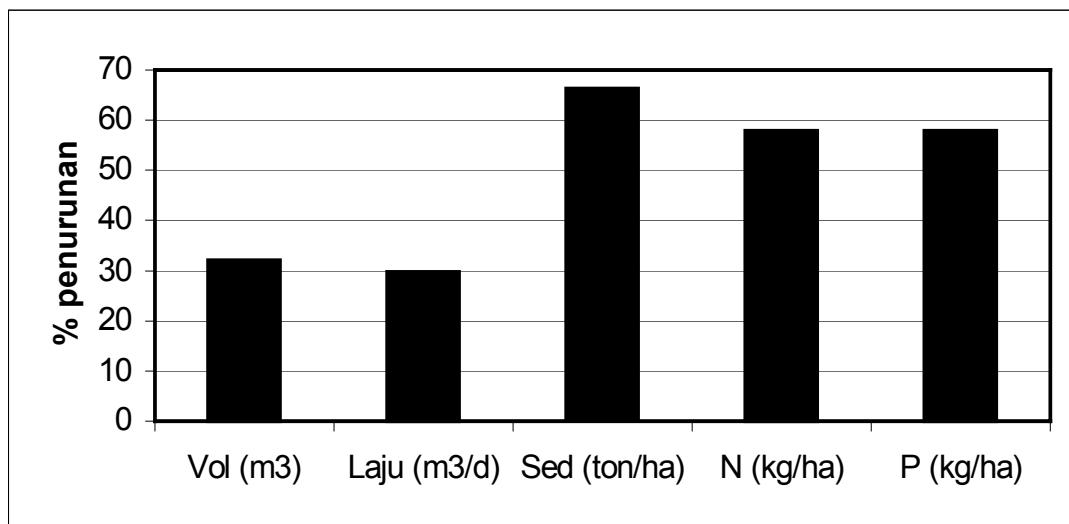
Untuk simulasi maka pola penggunaan lahan dan pengelolaan lahannya yang dapat dilakukan akan sangat berpengaruh pada penurunan nilai parameter. Sebagai misal jika lahan tegalan dan sawah dibuat teras dan penanaman menurut kontur dengan baik maka nilai CN menjadi 52,2 (tegalan) dan 47,4 (sawah); n menjadi 0,13 (tegalan dan sawah); dan scc menjadi 0,29 (tegalan dan sawah). Sedangkan untuk menurunkan koefisien C dapat dilakukan dengan pemberian mulsa sehingga nilai C menjadi 0,347 dan koefisien P diturunkan menjadi 0,006 dengan cara teras guludan pada tanaman jagung – kacang tanah dalam rotasi dan menggunakan mulsa sisa-sisa

tanaman. Dengan adanya teras maka nilai kemiringan lereng berkurang sebesar 25% dari kemiringan lereng semula (Jaewan Yoon, 1999).

Berdasarkan simulasi BMP terhadap ketujuh parameter tersebut yang diterapkan hanya di sel-sel kritis, yaitu sel-sel yang mempunyai volume dan laju puncak aliran serta hasil sedimen yang melebihi besarnya nilai rata-rata DAS, dapat diperoleh besarnya penurunan keluaran model. Hasil keluaran model secara BMP dapat dilihat pada Tabel 2.

Dari Tabel 2 tersebut terlihat bahwa dengan dilakukan BMP pada sel-sel kritis, volume dan laju puncak aliran permukaan dapat diturunkan sebesar 32,08% dan 29,66%. Metode demikian akan sangat menguntungkan

karena akan berpengaruh pada penambahan potensi airtanah akibat semakin besarnya jumlah curah hujan yang mengalami infiltrasi dan perkolasi. Hasil sedimen dapat diturunkan sebesar 66,36% sehingga proses erosi berkurang dan pada gilirannya akan dapat mewujudkan pertanian yang berkelanjutan. Demikian pula dengan jumlah kehilangan hara juga dapat diturunkan sebesar 56,85% dan 57,92%. Sedangkan COD akan relatif tetap sebab kondisi yang ada saat ini sudah cukup bagus untuk jumlah COD yang terlarut dalam aliran permukaan. Sebagai ilustrasi besarnya penurunan parameter keluaran model AGNPS dengan sistem BMP yang demikian disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Penurunan parameter keluaran model AGNPS dengan simulasi secara BMP (%).

3. KESIMPULAN DAN SARAN

3.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis sensitivitas model AGNPS diperoleh tujuh parameter yang mempunyai sensitivitas tinggi yaitu bilangan kurva SCS, koefisien aliran Manning, faktor pengelolaan tanaman (C), faktor pengelolaan tanah (P), kemiringan lereng (LS dalam %), konstanta liran permukaan (sc), dan faktor ketersediaan pupuk. Selain ketujuh parameter di atas sebenarnya terdapat beberapa parameter yang mempunyai sensitivitas tinggi seperti curah hujan, E_{130} , erodibilitas tanah, panjang lereng dan kemiringan saluran. Namun parameter tersebut sangat sulit untuk diubah dan kondisinya relatif tetap.

Simulasi dengan sistem BMP pada sel-sel kritis terjadi penurunan dibandingkan dengan kondisi saat ini. Volume dan laju puncak aliran permukaan terjadi penurunan

sebesar 32,08% dan 29,66%. Hasil sedimen turun sebesar 66,36% sehingga proses erosi berkurang dan pada gilirannya akan dapat mewujudkan pertanian yang berkelanjutan. Demikian pula dengan jumlah kehilangan hara juga dapat diturunkan sebesar 56,85% dan 57,92%.

3.2. Saran

Mengingat model keluaran model AGNPS yang sangat lengkap, maka model tersebut sangat sesuai untuk perencanaan dan pengelolaan lingkungan, khususnya DAS yang didominasi oleh dengan penggunaan lahan pertanian secara intensif. Usaha-usaha konservasi yang ingin diterapkan dan evaluasi dari konservasi yang sudah diterapkan dapat dilakukan dengan model ini.

Model AGNPS sudah banyak diterapkan oleh negara-negara maju untuk kegiatan pengelolaan lingkungan, namun di Indonesia

model ini belum pernah diterapkan. Instansi-instansi yang menangani masalah pengelolaan lingkungan, konservasi, manajemen sumberdaya air dan lainnya belum pernah menerapkan model ini. Untuk itu maka disarankan untuk mencoba menerapkan model AGNPS sehingga dapat lebih efektif dan efisien, baik dana, waktu dan keakuratan teknik pengelolaan yang dipilih maupun lokasinya.

Untuk menerapkan model ini di DAS yang besar seperti DAS Brantas, Citarum, Cimanuk dan sebagainya dapat menggunakan DEMs (*Digital Elevation Model*) agar penyusunan peta dasar dapat lebih mudah dan akurat. Hasil dari keluaran model yang berbentuk grafik, dapat diaplikasikan dalam GIS.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press. Bogor.
2. Beasley, R. P. 1972. *Erosion and Sediment Pollution Control*. The Iowa State University Press. Ames. Iowa.
3. Chow, V. T., D. R. Maidment, and L. W. Mays, 1989. *Applied Hydrology*. McGraw-Hill Book Company Inc. New York.
4. De Roo, A. J. P. 1993. *Modelling Surface Runoff and Soil Erosion in Catchment Using Geographical Information Systems*. Utrecht University, Utrecht.
5. Frere, M.H. 1982. *Modeling the Quality of Water from Agriculture Land*. In Haan, C.T., H. P. Johnson, and D. L. Brakensiek (eds.). *Hydrologic Modeling of Small Watershed*. ASAE, St. Joseph, Michigan. P. 383 – 405.
6. Griend, H. A. 1979. *Modelling Catchment Response and Runoff Analysis*. Ins. of Earth Science, Free University. Amesterdam.
7. Haan, C. T., H. P. Johnson, and D. L. Brakensiek. 1982. *Hydrologic Modelling of Small Watershed*. ASAE Monograph No. 5. Michigan.
8. Hjelmfelt, A.T. 1983. *Time Distribution of Clock Hour Rainfall. Creams A Field Scale Model for Chemicals, Runoff and Erosion from Agricultural Management Systems*. Volume 3 : 379 – 385.
9. <http://soils.ecn.purdue.edu/~aggrass/agnp s/intro/html>. : *Introduction to AGNPS*. Department of Agricultural Engineering Purdue University.
10. <http://www.acmc.uq.edu.au/~gwl/agnps.html>. *AGNPS Model*.
11. Klingebiel, A.A. 1972. *Soil and Water Management to Control Plant Nutrient in Natural Waters*. FAO Soils Bulletin No. 16 Rome. P 152 – 178.
12. Knisel, W. G. and J. R. Williams. 1995. *Hydrology Components of CREAMS and GLEAMS Models*. In *Computer Models of Watershed Hydrology Chapter 28*. Water Resources Publications. Colorado. P. 1069 – 1113.
13. McDowell, L. L., J. D. Schreiber and H. B. Poinke. 1980. *Estimating Soluble (PO4-P) and Labile Phosphorus in Runoff from Cropland*. In Knisel, W. G. (ed.) *CREAMS A Field Scale Model for Chemical, Runoff and Erosion from Agricultural Managements System*. USDA. Conservation Research Report No. 26 p. 509 – 533.
14. Sinukaban, N. 1989. *Manual Inti tentang Konservasi Tanah dan Air di Daerah Transmigrasi*. Direktorat Pendayagunaan Lingkungan Pemukiman, Ditjen Penyiapan Pemukiman, Departemen Transmigrasi. Jakarta.
15. Vijay p. Singh. 1995. *Computer Models of Watershed Hydrology*. Water Resources Publications. Colorado.
16. Vijay p. Singh. 1995. *Watershed Modeling*. In *Computer Models of Watershed Hydrology*. Chapter 1. Water Resources Publications. Colorado. p. 1 - 22.
17. Yoon, J. 1996. *AGNPS – Agricultural Non-Point Source Pollution Model*. Department of Agricultural Engineering Purdue University. Purdue.
18. Yoon, J. 1996. *Watershed-Scale Nonpoint Source Pollution Modeling and Decision Support System Based on a Model-GIS-RDBMS Linkage*. AWRA Symposium on GIS and Water Resources. Ft. Lauderdale, FL. September 22-26, 1996.
19. Young, R.A., C. A. Onstad, D. D. Bosch and W.P. Anderson. 1987. *AGNPS, Agricultural Non Point Source Pollution Model, A Watershed Analysis Tool*. USDA, Conservation Research Report 35.
20. Young, R.A., C. A. Onstad, D. D. Bosch and W.P. Anderson. 1989. *AGNPS : A Nonpoint Source Pollution Model for Evaluating Agricultural Watershed*. *Journal of Soil and Water Conservation*. V.44. n.2.
21. Young, R.A., C. A. Onstad, D. D. Bosch and W.P. Anderson. 1994. *Agricultural Non-Point Source Pollution Model, Version 5.00*. AGNPS User's Guide. North Central Soil Conservation Research Laboratory. Morris. Minnesota.
22. Young, R.A., C. A. Onstad, D. D. Bosch and W.P. Anderson. 1995. *AGNPS : An Agricultural Non Point Source Model*. In *Computer Models of Watershed Hydrology*

Chapter 26. Water Resources
Publications. Colorado. p. 1001 – 1020.

RIWAYAT PENULIS

Sutopo Purwo Nugroho. Lahir di Boyolali pada tanggal 7-10-1969. Lulus pendidikan S-1 di Program Studi Hidrologi, Jurusan Geografi Fisik, Fakultas Geografi UGM Yogyakarta pada tahun 1994. Sejak Oktober 1994 bekerja sebagai staf peneliti di Kelompok Hidrologi dan Lingkungan, UPT Hujan Buatan, BPPT. Saat ini sedang mengikuti pendidikan S-2 Program Studi Pengelolaan DAS di IPB Bogor.