

Model Agrokonservasi Untuk Perencanaan Pengelolaan Das Garang Hulu

Model Agro-Conservation For Planning Management
Of Upstream Garang Watershed

Dewi Liesnoor Setyowati¹, Mohammad Amin², Erni Suharini¹, Bitta Pigawati³

Diterima: December 20, 2011

Disetujui: April 29, 2012

Abstrak: Permasalahan DAS Garang meliputi banjir, erosi, sedimentasi, longsor, dan kekeringan, hal ini dapat diatasi dengan penataan penggunaan lahan. Pengelolaan DAS Garang dapat direncanakan menggunakan model agrokonservasi. Model ini terdiri dari tiga submodel yaitu submodel tata air, submodel erosi, dan submodel komunitas. Submodel tata air menghasilkan software TATAAIR.EXE, digunakan untuk simulasi perencanaan penggunaan lahan optimal. Penambahan 10% luas hutan dan kebun campuran 10% merupakan komposisi penggunaan lahan paling optimal, sedangkan 25% pengurangan hutan menjadi tegalan dapat meningkatkan rasio debit dan produksi air Kali Garang. Nilai total erosi aktual DAS Garang Hulu sebesar 3.249,861 ton/ha/tahun. Tingkat bahaya erosi kriteria berat seluas 27,20%, erosi sedang seluas 21,57%, dan erosi ringan 38,86%. Bentuk konservasi penanganan bahaya erosi yang dapat dilakukan meliputi: teknik vegetatif, rekayasa vegetatif-mekanik, dan tanpa tindakan konservasi. Forum masyarakat peduli lingkungan harus dibentuk minimal pada tingkat RW sebagai kader untuk meningkatkan kesadaran masyarakat dalam melestarikan lingkungan.

Kata Kunci: tata air, agrokonservasi, Pengelolaan DAS

Abstarct: The problems in the Garang Watershed includes flooding, erosion, sedimentation, landslides, and droughts. It can be overcome by the land uses arrangement. Management in Garang Watershed can be planned using agro-conservation model. This model consists of three submodels, i.e., water management submodel, erosion submodel, and community submodel. Submodel water management produces TATAAIR.EXE software, used for the simulation of optimal land use planning. Addition 10% of the forest area and 10% mixed farms are the most optimal landuse composition, whereas 25% of forest reduction to moor can increase the ratio of discharge and water production. The total value of actual erosion in Upstream Garang Watershed is 3249.861 tonnes/ha/year. Level of erosion hazard are height erosion which cover area of 27.20%, moderate erosion covers area of 21.57%, and mild erosion covers area of 38.86%. Forms of conservation for the handling of the dangers of erosion that can be done include: vegetative engineering, vegetative-mechanic engineering, and without conservation measures. Environmentally conscious community forum should be established at least at the level of RW as a cadre to increase public awareness in preserving the environment.

Keywords: water management, agro-conservation, watershed management

¹ Jurusan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Semarang
Gedung C7 Lt. 2, Kampus UNNES Sekarang, Gunungpati Semarang, 50229

² Jurusan Keteknikan Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung
Jl. Sumantri Brodjonegoro No.1, Gedongmeneng, Bandar Lampung, 35145

³ Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Sudharto SH – Tembalang, Semarang, 50275

Pendahuluan

Daerah aliran sungai (DAS) merupakan sistem hidrologi. DAS adalah suatu bentang alam yang dibatasi pemisah alam berupa igir atau puncak-puncak gunung dan punggung-punggung bukit. Bentang alam menerima dan menyimpan curah hujan yang jatuh di atasnya dan kemudian mengalirkannya secara langsung maupun secara tidak langsung beserta sedimen dan bahan-bahan lainnya ke sungai utama, akhirnya bermuara ke danau atau laut (Asdak, 2002).

Hujan yang jatuh di DAS akan mengalami interaksi dengan komponen-komponen ekosistem DAS tersebut, akan menghasilkan keluaran berupa debit aliran sungai (air tanah dan aliran permukaan), muatan sedimen dan material lainnya yang terbawa oleh aliran sungai. Curah hujan, jenis tanah, kemiringan lahan, kondisi vegetasi, dan aktifitas manusia mempunyai peranan penting dalam proses erosi dan sedimentasi pada suatu DAS. Manusia berperan dalam melakukan kerusakan DAS sekaligus dalam pengelolaan pada DAS.

Keberhasilan pengelolaan DAS dapat dilihat dari empat keadaan, yaitu: stabilitas debit air musim kemarau dan debit air musim hujan harus seimbang, fluktuasi debit air yang semakin mengecil, kadar lumpur yang semakin berkurang, erosi yang terkendali, dan kadar unsur hara harus terpelihara (Maryono, 2004). Kunci untuk mencapai keberhasilan pengelolaan DAS, baik yang meliputi pengelolaan lahan, air, vegetasi, dan sumberdaya manusia, pada akhirnya adalah tata guna lahan yang baik yang dapat menimbulkan tata air yang berkelanjutan. Kondisi tata guna lahan dan tata air yang baik tersebut sangat mudah dilihat apabila ditinjau dari aspek besarnya limpasan permukaan dan aspek kerusakan lahan ditinjau dari aspek erosi tanah.

Pengelolaan lingkungan atau konservasi dengan memperhatikan faktor tanaman pada lahan pertanian disebut sebagai Agrokonservasi. Menurut Setyowati (2007), pengelolaan lingkungan pada lahan pertanian berupa pengurangan laju erosi dan pengurangan limpasan permukaan atau pengaturan kondisi tata air.

Erosi adalah suatu peristiwa hilang atau terkikisnya tanah atau bagian tanah dari suatu tempat yang terangkut ke tempat lain, dapat disebabkan oleh pergerakan air ataupun angin (Arsyad, 1989). Peristiwa erosi akan menimbulkan kerusakan pada tanah, berupa menurunnya sifat fisik dan sifat kimia tanah, seperti menurunnya kapasitas infiltrasi, menurunnya kemampuan tanah menahan air, meningkatnya kepadatan dan ketahanan penetrasi tanah, kemantapan struktur tanah menurun, hilangnya unsur hara dan bahan organik tanah, yang pada akhirnya pertumbuhan tanaman menjadi terganggu dan produktivitas tanaman menurun.

Aktivitas manusia dalam usaha pertanian umumnya akan mempercepat laju erosi, erosi demikian disebut erosi dipercepat. Upaya pengendalian laju erosi harus dilakukan hingga dapat kembali pada batas keseimbangan alam. Curah hujan yang jatuh pada lahan gundul yang tidak ditanami akan langsung mengalir sebagai aliran permukaan (49% air hujan berada di atas tanah) sehingga besarnya tanah yang tererosi menjadi sebesar 514.000 ton/ha/th. Curah hujan yang jatuh pada penutup lahan hutan lebat akan tertahan oleh vegetasi sehingga air yang sampai di atas tanah hanya sebesar 0,8% saja dan mengakibatkan tanah yang tererosi kecil hanya 20 ton/ha/th (Setyowati, dkk., 2011). Secara umum faktor-faktor yang sangat mempengaruhi terjadinya erosi di permukaan tanah yaitu iklim, sifat fisik tanah, dan perilaku manusia dalam mengelola tanah dan tanaman. Erosi dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang dikenal dengan nama rumus USLE yaitu $A = RKLSCP$, dimana A (laju erosi terbolehkan dalam ton/ha/th), R (indeks erosivitas hujan), K (indeks erodibilitas tanah), LS (indeks faktor lereng), dan CP (faktor tanaman dan faktor pengolahan tanah).

Aspek utama yang harus dikendalikan pada suatu DAS yaitu kondisi vegetasi, tanah, air dan kegiatan manusia. Kondisi vegetasi dapat direncanakan pada bentuk pola penggunaan lahan, kondisi tanah dapat direncanakan dengan meningkatkan kesuburan

tanah, dan aspek air dengan menjaga fluktuasi debit sungai dilakukan dengan membuat model hidrologi (pergerakan air). Pergerakan air pada suatu DAS merupakan manifestasi dari siklus hidrologi untuk mencapai keseimbangan tata air di bumi. Konsep keseimbangan air adalah *water balance* atau persamaan air (Viessman et.al, 1977, Arsyad, 1989), yaitu:

$$AP = P - IN - ET - PE - dSA$$

Keterangan: AP = aliran permukaan; P = curah hujan; IN = intersepsi; ET = evapotranspirasi; PE = Perkolasi; dan dSA = perubahan simpanan air.

Menurut Mitchel (2000) perilaku dan keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan DAS sangat penting dilakukan karena: 1) dapat merumuskan persoalan dengan lebih efektif, 2) dapat memperoleh informasi dan pemahaman di luar jangkauan dunia ilmiah, 3) dapat merumuskan alternatif penyelesaian masalah secara sosial yang dapat diterima masyarakat, dan 4) membentuk perasaan memiliki terhadap suatu perencanaan sehingga memudahkan dalam penerapan atau implementasi.

Dixon (1986) menghitung nilai ekonomi dampak penerapan teknologi konservasi tanah terhadap aspek kualitas lingkungan dalam pengelolaan banjir dan pengelolaan DAS. Pendekatan yang digunakan adalah perbandingan “dengan” dan “tanpa” proyek. Untuk menilai besarnya biaya eksternalitas digunakan analisis pendekatan biaya ganti, yaitu biaya pengganti akibat terjadinya erosi.

Kali Garang merupakan sungai besar yang membelah Kota Semarang menjadi dua pada bagian tengahnya. Sungai ini bermata air dari Kawasan Gunung Ungaran dan bermuara ke Laut Jawa. Faktor penggunaan lahan, khususnya perubahan tutupan lahan merupakan faktor DAS paling dinamis berpengaruh pada kondisi erosi, sedimentasi, dan debit aliran sungai Garang. Kawasan DAS Garang Hulu merupakan sasaran pemekaran kota Semarang ke arah selatan, sehingga dalam dekade terakhir disinyalir terjadi alih fungsi lahan dalam bentuk perubahan penggunaan lahan dari kawasan lindung menjadi kawasan budidaya, kawasan permukiman, dan industri.

Fungsi DAS Garang sebagai pengatur air dalam sistem hidrologis sungai. Perubahan penggunaan lahan yang terjadi pada DAS perlu mendapatkan perhatian secara serius, karena perubahan-perubahan tersebut dapat mengganggu respon DAS terhadap curah hujannya seperti menurunnya air infiltrasi ke dalam lapisan tanah yang mengakibatkan menurunnya kapasitas akuifer air tanah dan meningkatnya aliran permukaan langsung menjadi penyebab munculnya banjir. Musibah banjir musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau, adanya longsor lahan, erosi dan sedimentasi, degradasi lahan dan banyaknya lahan kritis, merupakan indikator adanya kesalahan manusia dalam pengelolaan DAS.

Secara spasial agrokonservasi dapat dilakukan dengan tepat apabila menyesuaikan pada karakteristik dan kemampuan lahan DAS. Muncul pertanyaan bagaimanakah model agrokonservasi yang sesuai untuk DAS Garang dapat mengendalikan banjir musim hujan dan mengurangi kekeringan pada musim kemarau. 2) Penataan penggunaan lahan suatu DAS termasuk kategori perencanaan strategis yang perlu mengakomodasi kepentingan publik dan sistem pengambilan keputusan harus dapat dipertanggung-jawabkan kepada semua *stakeholders*. Bagaimana cara merumuskan model agrokonservasi berbasis komunitas untukantisipasi banjir dan mampu merencanakan maupun mengendalikan kondisi fisik DAS serta menggerakkan masyarakat berpartisipasi dalam upaya konservasi dan perencanaan pengelolaan DAS.

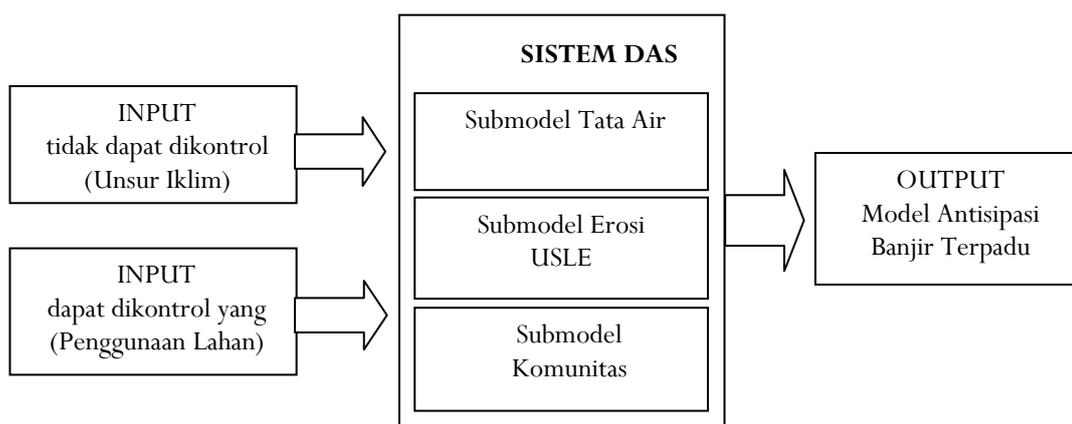
Sebagai upaya perencanaan maka pada masa mendatang model agrokonservasi diharapkan mampu menjaga kelestarian ekosistem DAS secara terpadu, dapat memperkecil fluktuasi debit, mengoptimalkan air tanah, mengendalikan banjir, tercapainya ekonomi lingkungan menuju tercapainya kesejahteraan masyarakat.

Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada DAS Garang. Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain adalah data primer, data sekunder *time series*, dan data sekunder spasial. Pengumpulan data primer dilakukan di lapangan meliputi pengukuran sifat fisik tanah, pengambilan sampel tanah dengan plotting GPS; pengukuran lereng dengan alat Abney Level; pengamatan jenis vegetasi yang ada; wawancara dengan masyarakat tentang perilaku mengelola lahan dan upaya konservasi. Pengumpulan data sekunder diperoleh dari beberapa instansi terkait, antara lain Bappeda, Bakosurtanal (peta dan citra), Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG), Dinas Pertanian, BPS, Pengelolaan Sumberdaya Air (PSDA), Kantor Kesbang & Linmas. Penelitian ini membuat model agrokonservasi untukantisipasi banjir. Struktur dasar model pengelolaan banjir dijabarkan dalam input, proses, dan output. Inputan model berupa luas penggunaan lahan dan unsur iklim terutama hujan. Pada proses terdapat tiga submodel yang harus disusun secara terpadu berupa submodel tata air, submodel agrokonservasi, dan submodel komunitas (Gambar 1).

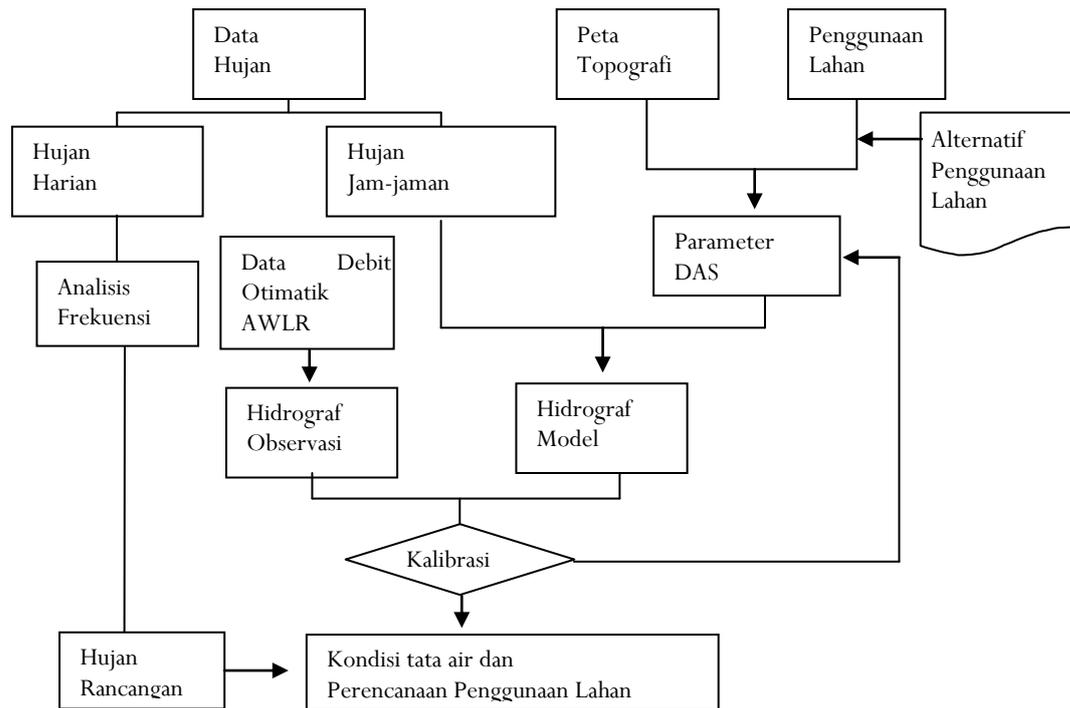
Pembuatan submodel tata air merupakan langkah awal dan bagian dari proses pemodelan pengelolaan banjir. Struktur dasar model tata air mengacu pada konsep neraca air dijabarkan dalam input proses dan output (Gambar 2). Model hidrologi dibuat untuk mencerminkan proses pergerakan air di bumi, mulai dari hujan jatuh ke bumi, proses pergerakan air pada vegetasi, tanah, dan limpasan (*runoff*) sampai pada proses penguapan air ke udara. Inputan model tata air berupa luas penggunaan lahan dan unsur iklim terutama hujan. Konsep dasar penyusunan sub model agrokonservasi mengacu pada metode pendugaan erosi USLE (Wischmeier and Smith, 1978) (Gambar 3). Penggunaan rumus USLE, $A = RKLS CP$, parameter ekologi terdapat pada RKLS, sedangkan parameter agro pada CP yaitu faktor tanaman dan tindakan konservasi lahan.

Tolok ukur yang digunakan adalah besarnya erosi ditoleransikan (A) sebesar 30 ton/ha/tahun, dikatakan erosi berat bila nilai A lebih besar dari 180 ton/ha/tahun dan erosi ringan bila nilai A kurang dari 60 ton/ha/tahun. Pada daerah tropika basah seperti Indonesia, erosi yang terjadi lebih banyak disebabkan oleh air daripada angin (Arsyad, 1989; Morgan, 1986; Utomo, 1989).



Sumber: Setyowati, dkk., 2011

Gambar 1. Struktur Dasar Model Antisipasi Banjir Terpadu



Sumber: Setyowati, dkk., 2011

Gambar 2. Rancangan Diagram Alir Submodel Tata Air

Hasil Penelitian

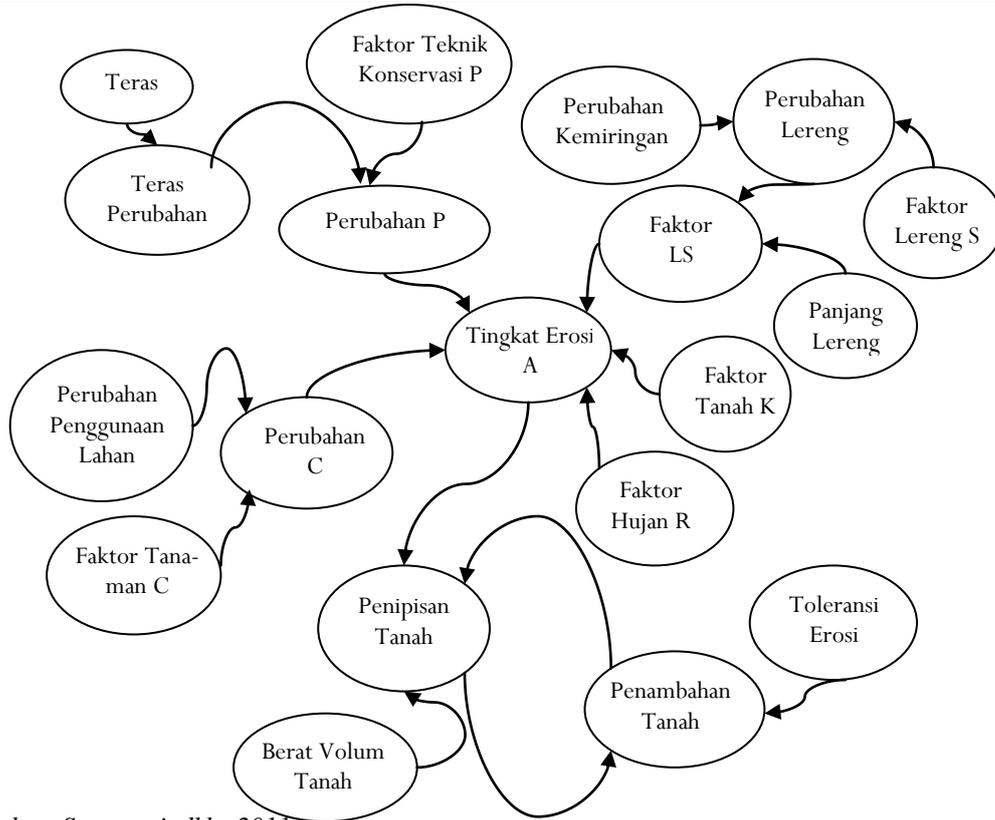
Pergerakan air merupakan rangkaian proses hidrologi, merupakan siklus yang terus berjalan dari waktu ke waktu, mulai dari hujan yang turun ke atas vegetasi (*intersepsi*) dan tanah, sebagian meresap ke dalam tanah (*infiltrasi*), sebagian air hujan mengalir sebagai aliran permukaan di atas tanah, bergabung dengan sungai-sungai lain menuju ke laut. Selanjutnya air di laut maupun air yang tergenang di permukaan bersama-sama mengalami proses penguapan (*evaporasi*) dan penguapan dari vegetasi (*transpirasi*), selanjutnya proses penguapan air dari permukaan tanah dan vegetasi disebut *evapotranspirasi* (Striffler, W.D. 1979).

Model tata air yang telah dirumuskan digunakan untuk menghitung debit aliran Kali Garang tahun 2011. Model digunakan untuk perencanaan penggunaan lahan dan prediksi debit aliran pada DAS Garang. Simulasi dilakukan untuk perencanaan pengelolaan DAS dengan menampilkan beberapa alternatif penggunaan lahan.

Penelitian ini menghasilkan sub model Hidrologi tata air DAS Garang Hulu yang diberi nama TATAAIR.EXE. Model ini menggambarkan keadaan keseimbangan air dalam setiap proses hidrologi dalam DAS yang diteliti. Validitas model ditentukan dengan membandingkan debit/limpasan keluaran sistem (hasil perhitungan model) dengan debit hasil pengukuran di lapangan (data AWLR) yang berada di Patemon. Parameter untuk uji validitas model menggunakan uji t-test. Rumus yang digunakan t-test untuk satu sampel yaitu:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$$

Keterangan: t = nilai t hitung, \bar{x} = nilai rata-rata, μ = nilai parameter, s = standart deviasi, n = jumlah sampel. Debit sungai hasil pengukuran (observasi) pada outlet DAS Garang Hulu dibandingkan dengan debit hasil perhitungan model ketersediaan air untuk kondisi penggunaan lahan saat penelitian. Hubungan debit hasil pengukuran dengan debit perhitungan model disajikan pada Gambar 4.



Sumber: Setyowati, dkk., 2011

Gambar 3. Diagram Sebab Akibat Sistem Erosi



Sumber : Setyowati,dkk., 2011

Gambar 4. Hubungan Debit Hasil Pengukuran dengan Debit Perhitungan Model

Hasil pengujian model dengan cara grafis menunjukkan gambar yang berhimpit, sehingga dikatakan hasil model dengan pengukuran lapangan sama. Selanjutnya model dapat digunakan untuk analisis tata air untuk perencanaan penggunaan lahan DAS Garang Hulu, dengan melakukan simulasi pada beberapa perubahan penggunaan lahan yang mungkin terjadi. Tabel 1 menampilkan berbagai alternatif penggunaan lahan yang akan dicobakan pada model. Pedoman pengubahan pola penggunaan lahan berdasarkan pada kaidah konservasi tanah.

Tabel 1. Perencanaan Penggunaan Lahan untuk Simulasi Model Tata Air

Alternatif	Keterangan
1	Penggunaan lahan tahun 2010
2	Luas hutan bertambah dari tegalan 10% dan kebun campuran 10%
3	25% Hutan berkurang menjadi tegalan
4	10% hutan berkurang menjadi sawah
5	hutan tetap, permukiman bertambah, sawah berkurang 10%, tegalan 10%
6	luas hutan tetap, permukiman bertambah 25%, dan tegalan berkurang 25%
7	Luas hutan tetap, permukiman bertambah 25%, dan sawah berkurang 25%
8	luas hutan tetap, kebun campuran berkurang 20% menjadi tegalan
9	luas hutan tetap. Kebun campuran berkurang 20% menjadi permukiman
10	Hutan berkurang 10% luas kebun campuran bertambah 10%, yang lain tetap

Sumber: Hasil penelitian, Setyowati, dkk., 2011

Penggunaan lahan alternatif 1 merupakan luasan bentuk penggunaan lahan kondisi saat dilakukan penelitian. Hasil eksperimentasi menunjukkan perubahan pola penggunaan lahan akan menyebabkan perubahan pada komponen pergerakan air dan limpasan pada DAS Garang Hulu.

Bentuk penggunaan lahan pada suatu daerah sangat mempengaruhi besaran debit aliran sungai atau debit yang keluar dari suatu sistem DAS. Namun debit bukan merupakan satu-satunya ukuran dalam menentukan pola penggunaan lahan yang optimum. Masih ada parameter lain yang mempengaruhi seperti erosi, kualitas air, sedimentasi, kondisi ekonomi, sosial budaya, politik, dan lain-lain. Salah satu parameter untuk menilai konservasi berdasarkan perbandingan debit maksimum dengan debit minimum, nilai rasio kecil merupakan kondisi yang lebih baik.

Salah satu parameter dalam menilai konservasi tanah dan air berdasarkan nilai rasio debit yaitu perbandingan debit maksimum dengan debit minimum. Penilaian pada alternatif penggunaan lahan yang memiliki nilai rasio kecil merupakan kondisi DAS yang baik. Nilai rasio sama dengan satu artinya pada musim hujan dan musim kemarau tidak ada perubahan debit aliran sungai, sebaliknya apabila nilai rasio debit besar maka pada musim hujan terjadi debit yang jauh lebih besar dari musim kemarau sehingga terjadi banjir. Nilai rasio debit merupakan salah satu kriteria untuk mengkaji kondisi suatu DAS. Perubahan penggunaan lahan menjadi bentuk penggunaan lahan lain, akan menghasilkan nilai rasio debit yang berbeda. Perubahan penggunaan lahan yang lebih baik diharapkan mampu memperbaiki kondisi hidro-orologis suatu DAS.

Nilai debit tertinggi (T) dan terendah (R) diperoleh dari keluaran software model TATAAIR.EXE. Data debit menunjukkan fluktuasi tinggi muka air maksimal dan minimal, digunakan untuk menghitung nilai rasio debit. Nilai rasio debit masih masuk dalam kategori masuk angka ambang batas toleransi. Menurut Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah (BRLKT) Bogor menggunakan patokan perbandingan debit maksimum dengan minimum yang masih wajar adalah lebih kecil atau sama dengan 30. Angka rasio debit DAS Garang berada pada kisaran 23,62 sampai 25,84, termasuk di bawah angka standart BRLKT.

Tabel 2. Rasio Debit atau Perbandingan Debit Tertinggi dengan Debit Terendah

Alternatif	Nilai Debit Tertinggi (T) (m ³ /dt)	Nilai Debit Terendah (R) (m ³ /dt)	Rasio Debit (T/R)	Produksi Air (m ³)
1	261,6	10,6	24,68	1.482,3
2	259,8	11,0	23,62	1.469,5
3	263,6	10,2	25,84	1.497,1
4	262,3	10,5	24,98	1.487,7
5	261,3	10,7	24,42	1.480,4
6	261,2	10,7	24,41	1.479,7
7	261,3	10,7	24,42	1.480,2
8	263,5	10,2	25,83	1.496,2
9	262,8	10,4	25,27	1.490,9
10	261,8	10,6	24,70	1.484,1

Sumber: Hasil penelitian, Setyowati, dkk., 2011

Nilai rasio debit pada berbagai alternatif penggunaan lahan disajikan pada Tabel 2. Nilai rasio debit terkecil pada alternatif ke 2 sebesar 23,62. Nilai rasio terbesar pada alternatif 3 sebesar 25,84. Berdasarkan nilai patokan BRLKT, maka dapat disimpulkan bahwa keseluruhan alternatif untuk eksperimentasi model menghasilkan nilai rasio debit di bawah angka 30. Kondisi debit aliran air Kali Garang memiliki nilai berkisar antara 23,62 sampai 25,84, dapat dikatakan bahwa angka rasio debit Kali Garang mendekati angka kritis. Pada musim hujan debit aliran sungai meningkat cukup tajam, sedangkan pada musim kemarau debit aliran sungai kecil. Setiap datang musim hujan Kali Garang selalu meluap dan menggenangi kawasan hilir DAS Garang.

Seandainya pemilihan alternatif penggunaan lahan yang paling baik didasarkan pada kriteria jumlah air yang diproduksi pada outlet sungai, maka alternatif penggunaan lahan yang paling baik adalah pada alternatif ke 2. Produksi air terkecil pada alternatif 2 sebesar 1.469,5 m³, dapat memproduksi air lebih kecil dibandingkan alternatif yang lain.

Nilai debit maupun produksi air pada berbagai alternatif penggunaan lahan memang berubah, tetapi tidak menunjukkan perubahan yang mencolok. Faktor penyebab utama karena penggunaan rumus maupun nilai konstanta yang digunakan pada software model TATAAIR.EXE yang dibuat. Pada tulisan ini tidak membahas tentang algoritma model tetapi yang dibahas hasil dari penggunaan model tersebut. Hal penting yang dibahas adalah hasil model menunjukkan perubahan nilai debit, rasio debit maupun produksi air.

Ditinjau dari aspek produksi lahan, maka penurunan angka rasio debit tidak diikuti dengan peningkatan nilai produksi lahan. Komposisi luas lahan berupa pengurangan lahan sawah dan kebun, walaupun dapat mempengaruhi hasil air yang baik tetapi memiliki kelemahan dari aspek sosial ekonomi masyarakat. Aspek ekonomi tentunya akan merugikan karena dapat menyebabkan terganggunya suplai beras dan tanaman tegalan yang diperlukan untuk menopang kehidupan masyarakat. Tinjauan dari aspek sosial dapat mengakibatkan berkurangnya mata pencaharian dibidang pertanian, timbul pengangguran sebagai petani maupun buruh tani, yang dapat memicu timbulnya keresahan maupun masalah sosial lainnya. Data perbandingan peringkat nilai produksi lahan dengan peringkat nilai rasio debit.

Pengelolaan DAS secara terpadu dapat dilakukan dengan memperhatikan berbagai aspek baik produksi air, erosi, sedimentasi, komposisi lahan, politik, dampak sosial dan ekonomi, sehingga menghasilkan perencanaan yang maksimal dan menguntungkan bagi kebutuhan masyarakat setempat (Hairiah dkk., 2004). Komposisi penggunaan lahan optimal dengan cara melakukan pengendalian perubahan penggunaan lahan pada kawasan hulu.

Kondisi tersebut merupakan alternatif pengelolaan lahan dan pengendalian banjir paling baik untuk kawasan hilir sungai. Kajian ketersediaan air suatu DAS secara menyeluruh dari kawasan hulu (atas) sampai kawasan hilir (bawah) dan meliputi semua aspek komponen fisik dan non fisik merupakan alternatif terbaik untuk merencanakan pengendalian banjir di DAS Garang Hulu. Kajian terpadu mengenai upaya pengendalian banjir dan pengelolaan DAS merupakan upaya penanggulangan banjir yang paling baik dan dapat berhasil.

Hasil perhitungan nilai total erosi aktual di DAS Garang Hulu sebesar 3.249,86 ton/ha/tahun dari luas DAS sebesar 8.596,89 Ha. Masa erosi secara total yang dihasilkan adalah 30.284,17 ton/tahun. Perubahan ekosistem DAS Garang Hulu mengakibatkan terjadi erosi. Alih fungsi lahan terjadi di daerah hulu DAS, yaitu terbentuknya kawasan budidaya di Kecamatan Bergas. Hal ini mengakibatkan berkurangnya daerah resapan air, karena vegetasi penutup berkurang.

Bahaya erosi terjadi hanya disaat hujan turun dengan deras mengguyur kawasan DAS. Berdasarkan hasil perhitungan nilai aktual erosi. DAS Garang Hulu memiliki tingkat bahaya erosi yang ringan (38,86%), sedang (21,57%), hingga erosi berat seluas 27,21%. Data tingkat bahaya erosi di DAS Garang Hulu disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Tingkat Bahaya Erosi di DAS Garang Hulu

No	TBE	Jumlah	Luas (ha)	Luas (%)
1	Sangat Berat	25	67,96	0,79
2	Berat	572	2.338,67	27,20
3	Sedang	722	1.854,38	21,57
4	Ringan	1913	3.340,96	38,86
5	Sangat Ringan	527	994,91	11,57
Jumlah			8.596,89	100,00

Sumber: Peta Bahaya erosi DAS Garang Hulu (Setyowati, dkk., 2011)

Informasi tingkat bahaya erosi di DAS Garang Hulu tersebar pada 5 kelas tingkat bahaya erosi, yaitu: 1) tingkat bahaya erosi berat dengan luas 2.338,67 ha atau 27,20%, 2) tingkat bahaya erosi ringan seluas 3.340,96 ha atau 38,86%, 3) tingkat bahaya erosi sedang seluas 1854,38 ha atau 21,57%, 4) tingkat bahaya erosi sangat berat seluas 67,96 ha atau 0,79%, 5) tingkat bahaya erosi sangat ringan memiliki luas sebesar 994,89 ha atau 11,57%. Hasil ini menunjukkan bahwa kondisi DAS Garang Hulu pada tingkat bahaya erosi ringan sampai berat, berbagai upaya penanganan harus senantiasa dilakukan.

Perhitungan erosi diperbolehkan (T) mempertimbangkan nilai erosi aktual yang terjadi dan faktor kedalaman efektif tanah. Erosi yang diperbolehkan merupakan laju erosi yang masih dapat ditolerir oleh tingkat perkembangan tanah pada suatu satuan lahan tertentu (Notohadiprawiro, 2006; Bray and Velazquez, 2009). Hasil penghitungan erosi yang diperbolehkan digunakan untuk mencari alternatif konservasi yang dapat dilakukan dengan memperkecil laju erosi aktual yang terjadi, sehingga nilainya berada di bawah laju erosi yang diperbolehkan. Hasil dan erosi yang diperbolehkan menunjukkan bahwa di daerah penelitian, erosi yang diperbolehkan paling kecil mempunyai nilai 6,72 ton/ha/thn dan terbesar adalah 22,4 ton/ha/thn. Secara total nilai erosi yang diperbolehkan di DAS Garang Hulu sebesar 5.364,16 ton/tahun dari jumlah erosi yang dihasilkan DAS Garang Hulu sebesar 30.284,11 ton/ha. Menurut Notohadoprawiro (2006) perbedaan nilai erosi sangat dipengaruhi oleh kondisi sifat tanah yang ada di setiap satuan lahan. Erosi yang diperbolehkan merupakan laju erosi yang masih dapat ditolerir oleh perkembangan tanah pada suatu lahan tertentu.

Berdasarkan hasil perhitungan terhadap tingkat bahaya erosi di DAS Garang Hulu, perlu mendapatkan sebuah bentuk tindakan konservasi untuk meminimalisir bahaya tersebut. Bentuk-bentuk tindakan konservasi tersebut bervariasi, tergantung pada tingkat bahaya erosi pada daerah penelitian. Beberapa bentuk tindakan konservasi, yaitu model penanganan mekanik, vegetatif, dan campuran. Hal ini perlu mendapatkan penilaian jenis penanganannya. Adapun contoh penanganan model arahan konservasi yang diterapkan di DAS Garang Hulu dengan melihat distribusi spasial tingkat bahaya erosi.

Penentuan model arahan konservasi setiap satuan lahan mengacu pada tingkat erosi yang relatif tinggi dan pada kelas kemampuan lahan relatif tinggi. Pemilihan alternatif model arahan konservasi pada setiap satuan lahan ditetapkan dengan mempertimbangkan kondisi erosi aktual dan erosi yang diperbolehkan. Penetapan alternatif model arahan konservasi didasarkan nilai C alternatif (jenis tanaman dan pola tanam alternatif) dan nilai P alternatif (tipe konservasi dan tindakan pengelolaan lahan alternatif).

Beberapa macam tipe tindakan konservasi yang sesuai untuk DAS Garang Hulu, yaitu tindakan model vegetatif dan mekanik (1), model vegetatif (2), tanpa konservasi (0). Model vegetatif diterapkan pada lahan seluas 4.086,59 ha. Model vegetatif-mekanik diterapkan pada lahan seluas 2013,40 ha. Tanpa tindakan konservasi diterapkan pada lahan seluas 2498,23 ha. Hampir setengah dari luas DAS Garang Hulu ini mendapatkan perlakuan tindakan konservasi vegetatif-mekanik, karena mengingat kondisi bahaya erosi yang cukup berat.

Pengembangan model agro konservasi secara terpadu di DAS Garang pada prinsipnya lebih menekankan pada upaya peningkatan pendapatan masyarakat khususnya petani di kawasan tersebut. Upaya konservasi diarahkan pada penanaman tanaman produktif yang dapat menambah penghasilan keluarga. Kesadaran dan peran masyarakat sangat diperlukan dalam menangani erosi lahan dan tindakan konservasi oleh masyarakat pada DAS Garang hulu menuju pada bentuk agrokonservasi. Menurut Bruner (2001) peranan penting dari masyarakat lokal sebagai perusak lingkungan sekaligus berperan sebagai pengendali lingkungan. Program kegiatan yang dapat diterapkan untuk pengelolaan lingkungan adalah dengan melakukan pendidikan kepada masyarakat untuk meningkatkan kesadaran dalam memelihara lingkungan. Selain itu program konservasi yang menguntungkan dengan memberikan pembagian keuntungan, juga praktek kegiatan konservasi masyarakat yang lebih radikal.

Ekspansi ekonomi, pertumbuhan penduduk, urbanisasi, dan pengembangan membutuhkan pola konsumsi yang lebih besar. Pada gilirannya, permintaan konsumen terus meningkat meliputi kebutuhan air bersih, energi, lahan pertanian, hasil hutan, dan produksi ikan. Produksi secara global memungkinkan pemanenan alam pada tingkat yang lebih cepat, disinilah peran konservasi lahan menjadi sangat penting (Agrawal and Redford, 2009).

Penutup

Nilai total erosi aktual di DAS Garang Hulu mencapai 3.249,86 ton/ha/tahun dan nilai total erosi sebesar 30.284,17 ton/tahun. Tingkat bahaya erosi di DAS Garang Hulu termasuk kriteria berat (27,20%), erosi sedang (21,57%), dan erosi ringan sebesar 38,86%. Nilai erosi yang diperbolehkan pada DAS Garang Hulu paling kecil mempunyai nilai 6,72 ton/ha/tahun dan terbesar adalah 22,4 ton/ha/tahun. Secara total nilai erosi yang diperbolehkan di DAS Garang Hulu sebesar 5.364,16 ton/tahun dari total erosi DAS sebesar 30.284,18 ton/tahun.

Tindakan konservasi berupa agrokonservasi paling dominan di DAS Garang Hulu, Bentuk konservasi untuk penanganan bahaya erosi yang dapat dilakukan di daerah penelitian meliputi: teknik vegetatif yang diterapkan pada lahan seluas 4.086,59 ha, teknik vegetatif-mekanik diterapkan pada lahan seluas 2.013,41 ha, dan tanpa tindakan konservasi pada

lahan seluas 2.498,23 ha. Kesadaran dan peran masyarakat sangat diperlukan dalam menangani erosi lahan dan tindakan konservasi oleh masyarakat pada DAS Garang hulu menuju pada bentuk agrokonservasi.

Daftar Pustaka

- Agrawal Arun and Redford Kent. 2009. Conservation and Displacement: An Overview. *Journal for Nature Conservation. Volume 7:1-10.*
- Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB.
- Asdak, C. 2002. *Hidrologi dan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Bray, David Barton and Velazquez A. 2009. From Displacement-based Conservation to Place-based Conservation. *Journal for Nature Conservation Volume 7:11-14.*
- Bruner, A.G., R.E. Gullison, R.E. Rice and G.A.B da Fonseca. 2001. Effectiveness of Parks in Protecting Tropical Biodiversity. *Science*, 291: 125-28
- Dixon, JA. 1986. The Role of Economic in Valuing Environmental Effects of Development Projects. Dixon, JA. dan MM. Hufschmidt, editors. *Economic Valuation Techniques for the Environment*. London: John Hopkins University Press.
- Hairiah, K., D.Suprayogi, Widiyanto, Berlian, E.Suhara, A.Mardiastuning, C. Prayogo, R.H.Widodo, dan S.Rahayu, 2004, Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Lahan Agroforestri Berbasis Kopi: Ketebalan Seresah, Populasi Cacing Tanah, Dan Makroporositas Tanah, *Agrivita*, 26 (1), hal. 81-88, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.
- Maryono, Agus. 2004. *Banjir, Kekeringan, dan Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Morgan, RPC. 1979. *Soil Erosion and Conservation*. Harlow: Logman Group
- Notohadiprawiro, Tejoyuwono, 2006, Tanah dan Lingkungan, *Makalah kursus Amdal PPLH 1991*, Repro Ilmu tanah UGM tahun 2006, Yogyakarta.
- Setyowati, D.L., Hariyanto, Iswari R. 2011. Model Agrokonservasi Berbasis Komunitas Untuk Antisipasi Banjir Kali Garang Hulu Jawa Tengah. *Hasil Penelitian*. Semarang: Lemlit Unnes.
- Setyowati, D.L. 2007. Sifat Fisik Tanah Dan Kemampuan Tanah Meresapkan Air Pada Lahan Hutan, Sawah, dan Permukiman. *Jurnal Geografi - Vol 4 No.2 Juni 2007 (114-128)*.
- Striffler, W.D. 1979. Watershed Planning and Manajement. *Planning the Use and Management of Land*. Ed. Beatty, MT., GW Petersen, LD Swindale. Number 21 in the series Agronomy.
- Utomo, W.H. 1989. *Konservasi Tanah di Indonesia Suatu Rekaman dan Analisa*. Rajawali. Jakarta.
- Viesmann, Jr. W., 1977, *Introduction to Hydrology*, Harper and Row Publishers, New York.
- Wischmeier and Smith. 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses a Guide to Conservatiuon Planning*. Washington: USDA United State Department of Agriculture