

ANALISA PERHITUNGAN EROSI DAN ARAHAN PENGGUNAAN LAHAN DI DAERAH ALIRAN SUNGAI WELANG KABUPATEN PASURUAN MENGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)

Misnawati

ABSTRAK

Pernyataan Kementerian Kehutanan yang mengindikasikan 60 kondisi DAS di Indonesia pada umumnya sudah mengalami kerusakan berat sampai sangat berat. Tidak terkecuali DAS Welang yang berada di WS Welang Rejoso, Kabupaten Pasuruan merupakan salah satu DAS kritis dan DAS prioritas yang harus segera ditangani. Studi dilakukan di DAS Welang Hulu, Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur. Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan perhitungan debit limpasan permukaan dan laju erosi lahan dengan menggunakan peta penggunaan lahan kondisi eksisting. Setelah itu dilakukan penentuan Tingkat Bahaya Erosi. Langkah selanjutnya dilakukan penentuan arahan penggunaan lahan (fungsi kawasan) dan kelas kemampuan lahan. Upaya konservasi lahan secara vegetatif dilakukan dengan mensimulasi penggunaan lahan. Simulasi dilakukan dengan melakukan penambahan hutan tiap 10 % dari luas keseluruhan DAS Welang. Simulasi ini bertujuan untuk mendapatkan luas hutan yang ideal dan dapat menurunkan laju erosi lahan yang terjadi di DAS Welang. Hasil studi menunjukkan bahwa erosi total yang terjadi di DAS Welang Hulu sebesar 107.173,974 mm/ha/tahun. Luas lahan yang mengalami TBE sangat ringan seluas 3399,11 ha (20,88 %), TBE ringan seluas 6269,15 ha (38,51 %), TBE sedang seluas 2880,73 ha (17,69 %), TBE berat seluas 2448,88 ha (15,04 %) dan TBE sangat berat seluas 1282,25 ha (7,88 %). Komposisi penggunaan lahan yang sesuai kondisi DAS Welang Hulu yaitu dengan mengusahakan luas hutan sebesar 50 % dari total luas DAS serta merencanakan penggunaan lahan sesuai dengan fungsinya. Adapun rekomendasi penggunaan lahan yang sesuai dengan kondisi DAS Welang hulu yaitu kawasan lindung 523,451 ha (3,22 %), kawasan penyangga 8870,576 ha (54,49 %), kawasan budidaya tanaman tahunan 3481,994 ha (21,39 %), kawasan budidaya tanaman semusim atau permukiman 616,237 ha (3,79 %), hutan 1218,549 ha (7,48 %), area permukiman 1558,491 ha (9,57 %), dan gedung 10,828 ha (0,07 %).

Kata Kunci : Erosi, Debit Limpasan, MUSLE, SIG

PENDAHULUAN

Salah satu awal penyebab terjadinya suatu bencana alam seperti bencana banjir, longsor, kekeringan, serta pemanasan global yang berujung pada perubahan iklim adalah terjadinya kerusakan hutan. Hutan yang merupakan salah satu bagian dari Daerah Aliran Sungai (DAS) berfungsi sebagai pelindung mata air dan sebagai daerah resapan air. Beberapa penyebab rusaknya hutan adalah penebangan komersial, kebakaran hutan, dan pembukaan hutan untuk aktivitas usaha tani. Hal tersebut seiring dengan pernyataan Departemen Kehutanan (Dephut) yang mengindikasikan kondisi DAS di Indonesia pada umumnya sudah

mengalami kerusakan berat sampai sangat berat.

Berdasarkan hasil identifikasi Dephut (1999), tercatat 458 DAS kritis di Indonesia terdiri dari 60 DAS termasuk kategori rusak berat sampai sangat berat (16 DAS beradi Pulau Jawa), 222 DAS termasuk kelas sedang sampai berat dan 176 DAS potensial rusak. Jumlah DAS yang telah mengalami kerusakan tersebut saat ini kondisinya tidak semakin membaik, akan tetapi cenderung semakin bertambah, hal ini dibuktikan dengan meningkatnya kejadian bencana alam tanah longsor, banjir dan kekeringan. Laporan dari pihak terkait mengenai upaya rehabilitasi DAS

telah banyak dilakukan, tetapi hasilnya belum *significant*. Sementara bencana alam tanah longsor, banjir, dan kekeringan terjadi semakin meningkat setiap tahunnya. Bahkan terjadi di beberapa wilayah DAS yang biasanya tidak terjadi bencana banjir dan tanah longsor tetapi beberapa tahun terakhir ini malah terjadi, hal ini merupakan indikasi bahwa kondisi DAS di beberapa daerah telah terjadi peningkatan kerusakan (Siaran Pers Nomor : S. 596 /PIK-1/2008, 2008 : <http://www.dephut.go.id>).

Wilayah Sungai (WS) Welang - Rejoso merupakan salah satu Wilayah Sungai yang cukup luas yang diperuntukan bagi penyediaan Sumber Daya Air. WS Welang - Rejoso memiliki luas sebesar 3.593 km², dengan jumlah sungai 35 buah dan DAS yang melintasi kabupaten atau kota sebanyak 13 buah. WS tersebut memegang peranan penting bagi kehidupan masyarakat Kabupaten Pasuruan, terutama dalam bidang sosial dan ekonomi. WS ini memiliki potensi geografis yang strategis untuk dikembangkan. Oleh karena itu, semua potensi ketersediaan air yang ada di WS ini harus dapat dimanfaatkan secara maksimal.

DAS Welang dengan luas 511,60 Km² merupakan salah satu DAS lintas kabupaten atau kota di WS Welang - Rejoso yaitu Kabupaten Malang, Kabupaten Pasuruan dan Kota Pasuruan. Menurut UPT PSAWS Gembong - Pekalen, DAS Welang merupakan DAS terbesar di WS Welang - Rejoso. DAS tersebut memiliki 6 Daerah Irigasi (DI) yang merupakan sentra lumbung padi dan pensuplai air bagi Kabupaten dan Kota Pasuruan. Selain merupakan sentra lumbung padi dan pensuplai air, DAS Welang merupakan salah satu DAS kritis dan DAS prioritas yang harus segera ditangani dalam hal pengendalian daya rusak air (<http://uptgembongpekalen.dpuairjatim.com>).

Pada tanggal 21 November 2011 telah terjadi banjir bandang di Kota Pasuruan. Banjir tersebut disebabkan meluapnya Sungai Welang sehingga menggenangi belasan rumah dan sebagian besar jalan di

Kelurahan Karang Ketug, Kecamatan Gading Rejo, Kota Pasuruan. Menurut Dinas Pengairan Provinsi Jawa Timur, muara sungai dan kapasitas ruas Sungai Welang terutama di sekitar muara sampai dengan Jembatan Jalan Nasional sepanjang $\pm$ 7 km tidak mampu menampung dan mengalirkan debit banjir. Penyebab utama hal tersebut adalah sedimentasi/pendangkalan dan usaha dari penduduk untuk mencegah longsor dengan cara merobohkan pohon-pohon bambu ke dalam penampang sungai yang menyebabkan terjadinya penyempitan pada sungai, sehingga terjadi arus balik ke hulu (*back water*) dan banjir di bagian hulu. Luapan banjir tersebut menyebabkan genangan di Kota Pasuruan terutama di ruas jalan nasional dengan lama genangan rata-rata 5 jam dan terjadi 1 sampai dengan 2 kali dalam 1 tahun. Oleh karena itu Pemerintah Provinsi Jawa Timur melalui Dinas Pengairan Provinsi Jawa Timur merekomendasikan bahwa perlu adanya penanganan dan pengendalian daya rusak air pada DAS Welang dalam usaha pengelolaan sumber daya air di WS Welang - Rejoso (<http://www.dpuairjatim.com> dan <http://www.republika.co.id/berita/breaking-news/nasional/08/11/22/15687-banjir-bandang-rendam-pasuruan>).

Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapakah besarnya potensi laju erosi yang terjadi di DAS Welang menggunakan SIG?
2. Bagaimanakah kondisi sebaran Tingkat Bahaya Erosi (TBE) pada DAS Welang?
3. Bagaimanakah komposisi penggunaan lahan yang sesuai dengan kondisi DAS Welang serta berbasis Sumber Daya Air menggunakan SIG?

Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan yang hendak dicapai dalam studi ini

1. Mengetahui kondisi Tingkat Bahaya Erosi (TBE) pada DAS Welang Hulu.
2. Memperoleh komposisi penggunaan lahan yang sesuai dengan kondisi DAS Welang serta berbasis Sumber Daya Air menggunakan SIG.

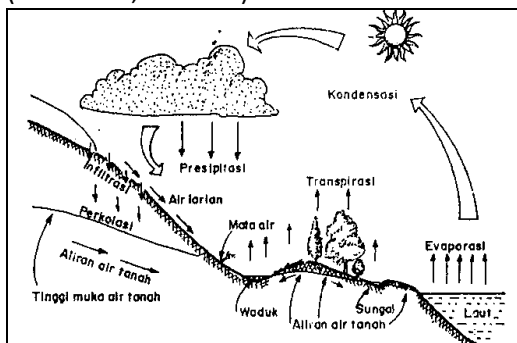
TINJAUAN PUSTAKA

Hidrologi dan Pengelolaan DAS

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari air dalam segala bentuknya (cairan, gas, padat) pada, dalam, dan di atas permukaan tanah. Termasuk didalamnya adalah penyebaran daur dan perilakunya, sifat-sifat fisika dan kimianya, serta hubungannya dengan unsur-unsur hidup dalam air itu sendiri (Asdak, 2002 : 4).

Daur Hidrologi

Daur atau siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah lagi sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir ke laut kembali (Soemarto, 1999 : 2).



Gambar 1 Daur Hidrologi

Sumber : Asdak, 2004

Dalam daur hidrologi energi panas matahari dan faktor-faktor iklim lainnya menyebabkan terjadinya proses evaporasi pada permukaan vegetasi dan tanah, di laut, di sungai, atau di danau. Uap air sebagai hasil proses evaporasi akan terbawa oleh angin melintasi daratan yang bergunung maupun datar, dan apabila keadaan atmosfer memungkinkan, sebagian dari uap air tersebut akan terkondensasi dan turun sebagai air hujan.

Pengelolaan DAS

DAS adalah suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggungan gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama (Asdak, 2004 : 4). Pengelolaan DAS adalah suatu proses formulasi dan implementasi kegiatan atau program yang bersifat menipulasi sumber daya alam dan manusia yang terdapat di daerah aliran sungai untuk memperoleh manfaat produksi dan jasa tanpa menyebabkan terjadinya kerusakan sumber daya air dan tanah. Termasuk dalam pengelolaan DAS adalah identifikasi keterkaitan antara tata guna lahan, tanah dan air, dan keterkaitan antara daerah hulu dan hilir suatu DAS (Asdak, 2004 : 5). Pengelolaan DAS perlu mempertimbangkan aspek-aspek sosial, ekonomi, budaya, dan kelembagaan yang beroperasi di dalam dan di luar daerah aliran sungai yang bersangkutan.

dipilih dapat digunakan atau tidak untuk serangkaian data yang tersedia. Dalam studi ini, untuk keperluan analisis uji kesesuaian distribusi digunakan dua metode statistik, yaitu Uji *Chi Square* dan Uji *Smirnov Kolmogorov*.

Erosi

Erosi adalah suatu peristiwa hilang atau terkikisnya tanah atau bagian tanah dari suatu tempat yang terangkut ke tempat lain, baik disebabkan oleh pergerakan air atau angin (Arsyad, 1983). Proses hidrologi secara langsung dan tidak langsung akan berhubungan dengan terjadinya erosi, transpor sedimen, deposisi sedimen di daerah hilir, serta mempengaruhi karakteristik fisik, biologi, dan kimia. Terjadinya erosi ditentukan oleh faktor-faktor iklim (intensitas hujan), topografi, karakteristik tanah, vegetasi penutup tanah, dan tata guna lahan.

Pendugaan Laju Erosi Metode MUSLE

Metode *Modified Universal Soil Loss Equation* (MUSLE) merupakan modifikasi dari metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE) yang dikembangkan oleh Williams

(1978). Pada metode MUSLE faktor energi curah hujan digantikan dengan faktor limpasan permukaan, sehingga besarnya perkiraan hasil sedimen menjadi lebih besar. Pada daerah yang cukup luas, selama erosi juga terjadi pengendapan dalam proses pengangkutan. Oleh karena itu, Williams (1978) mengadakan modifikasi terhadap metode USLE untuk menduga hasil endapan dari setiap kejadian limpasan permukaan, dengan mengganti indeks erosivitas hujan, dengan limpasan permukaan (Utomo, 1994 : 154:

$$A = R_w.K.LS.C.P \quad (2)$$

dengan :

A = Besarnya kehilangan tanah per satuan luas lahan (mm/ha/th)

Rw = Faktor erosivitas limpasan permukaan menurut Williams

K = Faktor erodibilitas tanah

L = Faktor panjang kemiringan lereng

S = Faktor gradien (beda) kemiringan yang tidak mempunyai satuan

C = Faktor (pengelolaan) cara bercocok tanam yang tidak mempunyai satuan dan merupakan bilangan perbandingan antara besarnya kehilangan tanah pada kondisi cara bercocok tanam yang diinginkan dengan besarnya kehilangan tanah pada keadaan *tilled continuous fallow*.

P = Faktor praktek konservasi tanah (cara mekanik) yang tidak mempunyai satuan dan merupakan

bilangan perbandingan antara besarnya kehilangan tanah pada kondisi usaha konservasi tanah ideal dengan besarnya kehilangan tanah pada kondisi penanaman tegak lurus terhadap garis kontur.

Arahan Fungsi Kawasan dan Tata Guna Lahan sesuai Variabel Karakteristik Lingkungan

Pengaturan penggunaan lahan merupakan upaya penataan suatu wilayah menjadi beberapa kawasan dengan fungsi yang berbeda-beda. Fungsi kawasan kaitannya dengan usaha konservasi tanah dan air dibagi menjadi :

⇒ Kawasan lindung

⇒ Kawasan Penyangga

⇒ Kawasan budidaya tanaman tahunan

⇒ Kawasan budi daya tanaman semusim

Arahan penggunaan lahan ditetapkan berdasarkan kriteria dan tata cara penetapan hutan lindung dan hutan produksi yang adalah berkaitan dengan karakteristik fisik DAS berikut ini :

a) Kemiringan lereng.

b) Jenis tanah menurut kepekaannya terhadap erosi.

c) Curah hujan harian rata-rata.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan perhitungan debit limpasan permukaan dan laju erosi lahan dengan menggunakan peta penggunaan lahan kondisi eksisting. Setelah itu dilakukan penentuan Tingkat Bahaya Erosi. Langkah selanjutnya dilakukan penentuan arahan penggunaan lahan (fungsi kawasan) dan kelas kemampuan lahan. Upaya konservasi lahan secara vegetatif dilakukan dengan mensimulasi penggunaan lahan. Simulasi dilakukan dengan melakukan penambahan hutan tiap 10 % dari luas keseluruhan DAS Welang. Simulasi ini bertujuan untuk mendapatkan luas hutan yang ideal dan

dapat menurunkan laju erosi lahan yang terjadi di DAS Welang. Setelah dilakukan simulasi penggunaan lahan maka dilakukan penghitungan kembali besarnya laju erosi dan debit limpasan untuk melihat apakah laju erosi dan debit limpasan sesuai dengan batasan toleransi di DAS Welang. Proses perhitungan laju erosi, debit limpasan, dan penentuan arahan penggunaan lahan menggunakan bantuan Sistem Informasi Geografi (SIG).

Data-data yang diperlukan untuk menyelesaikan penelitian ini, yaitu :

1. Data curah hujan harian tahun 2002-2011 yang bersumber dari UPT PSAWS

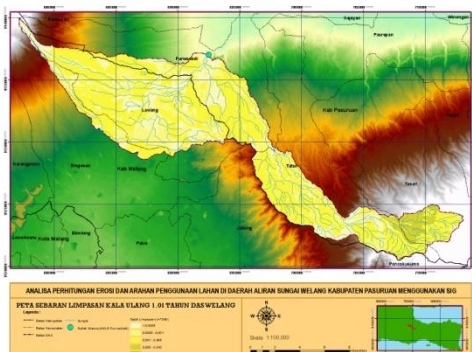
(Unit Pelaksana Teknis Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai) Gembong Pekalen. Data curah hujan akan digunakan dalam analisa hidrologi dan juga dalam penentuan indeks erosivitas.

2. Peta Daerah Aliran Sungai (DAS) Welang yang bersumber dari UPT PSAWS Gembong Pekalen sebagai alat pembanding dalam pembuatan batas DAS.
3. Peta topografi (kontur) dengan skala 1: 25.000 digunakan untuk mengetahui kondisi alam, elevasi, dan arah aliran.
4. Peta tata guna lahan digunakan untuk mengetahui tata guna lahan tahun 2011 di DAS Welang. Dengan peta tata guna lahan maka dapat digunakan untuk menentukan koefisien pengaliran dan faktor pengelolaan tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Debit Limpasan

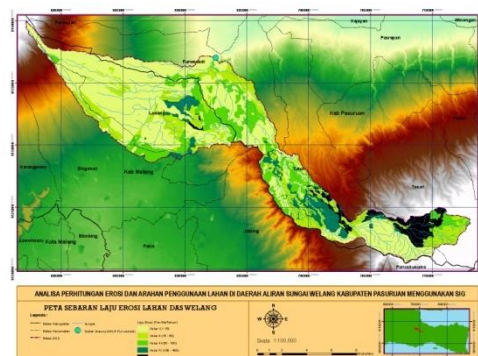
Penentuan besarnya debit limpasan metode rasional modifikasi dengan analisa spasial tumpang susun (*overlay*) menggunakan perangkat lunak *ArcGIS 9.3*. Analisa ini dilakukan dengan menggunakan *ArcToolBox menu Analysis Tools-Overlay* pada perangkat lunak *ArcGIS 9.3*. Data-data yang digunakan adalah Sub-Sub DAS Welang Hulu (Koef CS dan I), peta penggunaan lahan (Koefisien C). Hasil *overlay* sebaran Debit Limpasan Permukaan kala ulang 1.01 tahun dengan kondisi tata guna lahan di DAS Welang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Peta Sebaran Debit Limpasan Permukaan Kala Ulang 1.01 Tahun DAS Welang

Analisis Laju Erosi Metode MUSLE

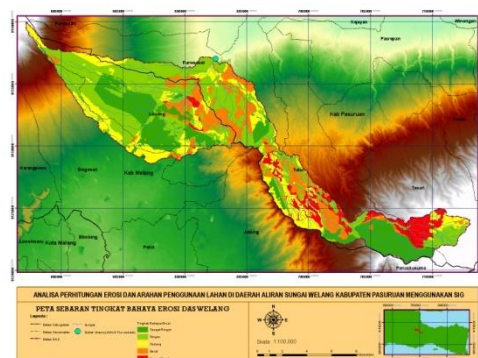
Penentuan besarnya laju erosi dengan cara analisa spasial tumpang susun (*overlay*) dengan menggunakan perangkat lunak *ArcGIS 9.3*. Analisa ini dilakukan dengan menggunakan *ArcToolBox menu Analysis Tools-Overlay* pada perangkat lunak *ArcGIS 9.3*. Data-data yang digunakan adalah peta indeks erosivitas limpasan permukaan (R_w), erodibilitas tanah (K), kemiringan dan panjang lereng (LS) dan peta penggunaan lahan (CP). Hasil *overlay* prediksi laju erosi di DAS Welang Hulu dengan metode MUSLE dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta Sebaran Laju Erosi DAS Welang

Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

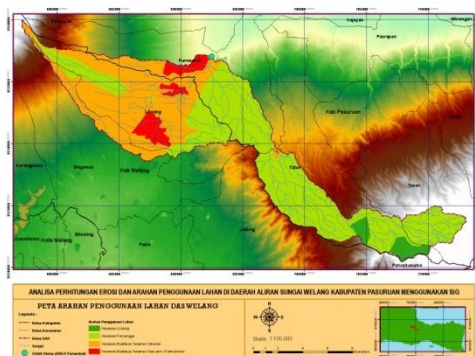
Analisa TBE dilakukan untuk mengetahui kelas bahaya erosi suatu lahan dengan melihat laju erosi yang terjadi (A) dan kedalaman solum tanahnya. Hasil sebaran TBE pada DAS Welang Hulu disajikan pada Gambar 4.



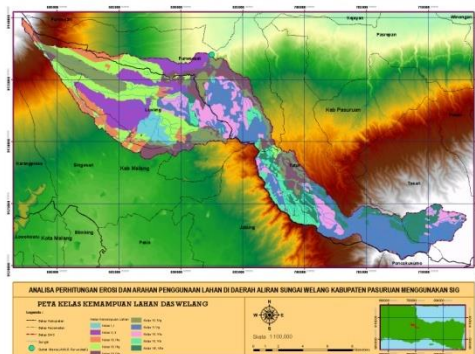
Gambar 4. Peta Sebaran Tingkat Bahaya Erosi DAS Welang

Rekomendasi ARLKT (Arahan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah) dan Kelas Kemampuan Lahan

Mengacu pada rencana pengembangan wilayah Kabupaten Pasuruan dan Kabupaten Malang serta didasarkan pada perkembangan fisik dan lingkungan pada kawasan DAS Welang Hulu, maka dapat ditentukan arahan pemanfaatan DAS Welang Hulu dimana DAS tersebut mempunyai peranan yang sangat penting dan membawa dampak secara langsung terutama pada daerah yang dilalui sungai dan Purwodadi sebagai outlet dari DAS Welang Hulu. Sebagai dasar pertimbangan dalam mempersiapkan arahan pemanfaatan lahan pada DAS Welang Hulu, perlu diperhatikan berbagai kriteria untuk menetapkan Kawasan Lindung, Kawasan Penyangga dan Kawasan Budidaya Tanaman Tahunan serta Kawasan Budidaya Tanaman Semusim/permukiman. Klasifikasi kemampuan lahan ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tanah berdasarkan sifat-sifat tanah dan faktor-faktor pembatas yang mempengaruhi lahan tersebut untuk penggunaan-penggunaan tertentu. Hasil pembuatan peta ARLKT dan Kelas Kemampuan Lahan DAS Welang disajikan pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 5 Peta Sebaran Arahan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah DAS Welang



Gambar 6 Peta Sebaran Kelas Kemampuan Lahan DAS Welang

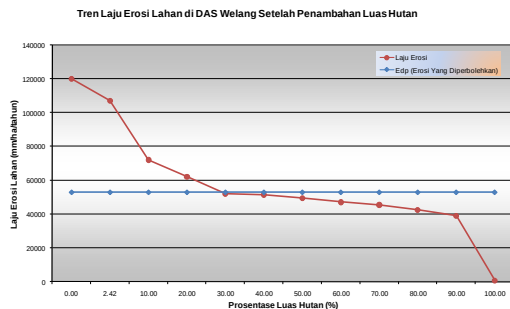
Konservasi Secara Vegetatif Simulasi dengan Skenario Manajemen Lahan Berupa Hutan

Sesuai dengan konsep usaha konservasi tanah secara vegetatif yaitu dengan penggunaan tanaman atau tumbuhan maka diantara komponen-komponen rumus MUSLE, komponen yang dapat dikendalikan untuk usaha pencegahan erosi adalah faktor pengelolaan tanaman (C) dan faktor pengelolaan dan konservasi tanah (P). Dari pengertian tersebut, konservasi secara vegetatif dilakukan dengan cara reboisasi (penghutan kembali) pada lahan-lahan yang sebelumnya adalah hutan. Lahan-lahan yang dapat dihutankan kembali adalah rumput / tanah kosong, semak belukar, tegalan / ladang, sawah tadah hujan, dan kebun.

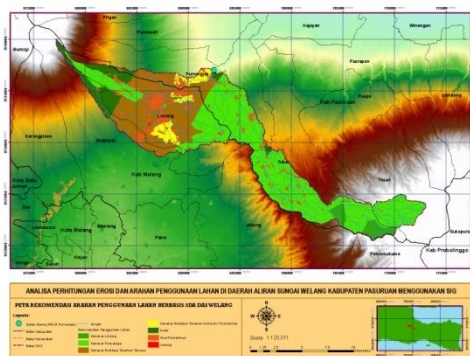
Dari lahan-lahan tersebut dilakukan skenario simulasi penggunaan lahan dengan menambahkan luas penggunaan hutan sebesar 10 % dari luas total DAS Welang Hulu yang dilakukan dari bagian hulu DAS menuju hilir DAS. Konsep penambahan luas hutan sebesar 10 % dimaksudkan untuk mengetahui komposisi ideal luas penggunaan lahan hutan pada DAS Welang. Selain itu, untuk melihat secara detail perubahan yang terjadi tiap kali penambahan luas hutan sebesar 10 %. Kondisi awal menunjukkan luas hutan sebesar 2,42 %. Skenario yang dirancang untuk simulasi ini adalah melakukan perubahan tata guna lahan hutan terhadap seluruh luasan lahan.

Berdasarkan hasil simulasi penggunaan lahan dengan penambahan luas hutan sebesar 10 % dari luas total DAS yang diskenariokan dari hulu ke hilir DAS, diperoleh komposisi efektif untuk menangani besarnya laju erosi lahan di DAS Welang bagian hulu sebesar 50 % hutan dari luas total DAS. Arahan penggunaan lahan yang berbasis Sumber Daya Air dapat diperoleh dengan mengoverlaykan peta hasil simulasi

penggunaan lahan hutan sebesar 50 % dengan peta ARLKT (Arahan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah). Adapun hasil dari overlay tersebut dapat dilihat pada Gambar 9 dan Tabel 3.



Gambar 8 Tren Laju Erosi Lahan di DAS Welang Setelah Penambahan Luas Hutan



Gambar 9 Peta Rekomendasi Arahan Penggunaan Lahan Berbasis SDA DAS Welang

Tabel 2 Rekomendasi Penggunaan Lahan Berbasis Sumber Daya Air

No	Rekomendasi Penggunaan Lahan Berbasis SDA	Luas (Ha)	Prosentase (%)
1	Kawasan Lindung	523.451	3.22
2	Kawasan Penyangga	8870.576	54.49
3	Kawasan Budidaya Tanaman Tahunan	3481.994	21.39
4	Kawasan Budidaya Tanaman Semusim / Permukiman	616.237	3.79
5	Hutan	1218.549	7.48
6	Area Permukiman	1558.491	9.57
7	Gedung	10.828	0.07
Jumlah		16280.125	100.00

Sumber : Analisa Spasial ArcGIS 9.3

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa laju erosi dan usaha konservasi pada DAS Welang wilayah hulu, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Besarnya potensi laju erosi yang terjadi di DAS Welang bagian hulu menggunakan SIG adalah sebesar 107.173,974 mm/ha/tahun.
2. Kondisi sebaran Tingkat Bahaya Erosi (TBE) pada DAS Welang bagian hulu

berada pada kriteria sangat ringan hingga sangat berat. Luas lahan yang mengalami TBE sangat ringan seluas 3399,11 ha (20,88%), TBE ringan seluas 6269,15 ha (38,51%), TBE sedang seluas 2880,73 ha (17,69%), TBE berat seluas 2448,88 ha (15,04%), dan TBE sangat berat seluas 1282,25 ha (7,88%).

3. Komposisi penggunaan lahan yang sesuai dengan kondisi DAS Welang bagian hulu serta berbasis Sumber Daya Air yaitu dengan mengusahakan luas hutan sebesar 50% dari luas total DAS serta merencanakan penggunaan lahan sesuai dengan fungsinya (menurut kriteria dari BRLKT). Adapun rekomendasi penggunaan lahan yang sesuai dengan kondisi DAS Welang bagian hulu yaitu kawasan lindung 523,451 ha (3,22%), kawasan penyangga 8870,576 ha (54,49%), kawasan budidaya tanaman tahunan 3481,994 ha (21,39%), kawasan budidaya tanaman semusim atau permukiman 616,237 ha (3,79%), hutan 1218,549 ha (7,48%), area permukiman 1558,491 ha (9,57%), dan gedung 10,828 ha (0,07%).

SARAN

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka beberapa saran yang dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan kajian erosi dan usaha konservasi pada DAS Welang Hulu antara lain :

1. Penggunaan lahan sebaiknya memperhatikan kemampuan lahan dan arahan penggunaan lahan (fungsi kawasan), serta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) sehingga dapat mencegah kerusakan lahan dan tetap menjaga produktivitas tanah.
2. Mengingat usaha konservasi (sebagai salah satu langkah mengurangi erosi) yang diusulkan pada kajian studi ini terfokus pada lahan sebagai sumber erosi, maka perlu juga dilakukan tindakan rekayasa sungai (seperti pembangunan bangunan pengendali

sedimen di sungai) guna mengurangi erosi yang menuju hilir sungai.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. (2004). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (edisi ketiga)*.
- Anonim, 1998. "Pedoman Penyusunan Rencana Teknik Lapangan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah DAS", Jakarta : Departemen Kehutanan (Dirjen Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan).
- ESRI (Environmental System Research Institute, Inc). 1996. *ArcView GIS, The Geographic Information System for Everyone*. New York : ESRI.
- Hardjowigeno, Sarwono. 2003. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Junaidi, Rahmad. 2006. "Studi Perencanaan Fungsi Kawasan dan Arah Konservasi Lahan dan Tanah di DAS Brantas Bagian Hulu dengan Menggunakan SIG", Unibraw Malang : Skripsi Tidak Diterbitkan.
- Kodoatie, Robert J dan Roestam Sjaief. 2008. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Andi. Yogyakarta.
- Prahasta, Eddy. 2005. *Sistem Informasi Geografis*. Bandung : CV Informatika.
- Prahasta, Eddy. 2011. *ArcGIS Desktop*. Bandung : CV Informatika.
- Rayes, Luthfi. 2007. *Metode Inventarisasi Sumber Daya Lahan*. Andi. Yogyakarta.
- Soemarto, CD. (1993). *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Suripin. (2002). *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Andi. Yogyakarta.
- Tarboton, David. 2000.
- Utomo, Hadi, Wani. 1994. *Erosi dan Konservasi Tanah*. IKIP. Malang.
- www.dephut.go.id/18/07/2012
- www.dpuairjatim.com/18/07/2012
- www.uptgembongpekalen.dpuairjatim.com
- www.republika.co.id/berita/breaking-news/nasional/08/11/22/15687-banjir-bandang-rendam-pasuruan.