**Penentuan Kualitas Sub DAS (Daerah Aliran Sungai) Junggo Di Desa Tulung Rejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu**

*Determination of Quality Sub DAS (Watershed) Junggo In the village Tulung rejo subdistrict Bumiaji Batu City*

Afrike Riskihadi 1, Bambang Rahardi 2\*, Bambang Suharto 2

1Mahasiswa Keteknikan Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65145

2Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65145

\*Email Korespondensi : jbrahadi@ub.ac.id

Abstrak

DAS adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau/laut secara alami. Sub DAS adalah bagian dari DAS yang menerima air hujan dan mengalirkannya melalui anak sungai ke sungai utama. Wilayah DAS Brantas merupakan DAS strategis sebagai penyedia air baku untuk berbagai kebutuhan seperti sumber tenaga untuk pembangkit tenaga listrik, PDAM, irigasi, industri dan lain-lain. Akan tetapi, kekritisan lahan DAS Brantas menimbulkan masalah pada pengelolaan daerah aliran sungai, berupa perubahan alih fungsi hutan yang mana secara mendasar berakibat mulai turunnya jumlah hutan, berkurangnya sumber mata air, tererosinya lapisan tanah yang subur, timbulnya longsor, dan pendangkalan sungai. Oleh karena itu, dilakukan penentuan kualitas Sub DAS Junggo dengan menggunakan empat parameter penentuan yaitu Indeks Penutupan Lahan (IPL), Kesesuaian Penggunaan Lahan (KPL), Indeks Erosi (IE) dan Debit Air Sungai (Koefisien Regim Sungai (KRS)), kemudian didapatkan nilai dari pembobotan dan skoring masing-masing penggunaan lahan yaitu 3.15, dan Sub DAS Junggo termasuk dalam kategori Sub DAS sedang.

**Kata Kunci** : *Daerah Aliran Sungai, Sub DAS Hulu, Kota Batu, Kualitas DAS*

Watershed is an area of ​​land which is an integral part of the river and its tributaries, which serves to accommodate, store, and drain water from rainfall to the lake / ocean naturally. Sub-watershed is part of the watershed that receives rain water and running it through the tributaries to the main river. DAS Brantas basin is positioned as a provider of raw water for various needs such as energy sources for power generation, water utilities, irrigation, industrial and other. However, the criticality of the Brantas watershed land cause problems on watershed management, forest conversion in the form of changes which fundamentally resulted in a drop in the forest began, reduced water resources, tererosinya layer of fertile soil, the onset of erosion, and siltation of rivers. Therefore, the determination of the quality of sub-watershed Junggo by using four parameters, namely the determination of land cover index (IPL), Land Use Suitability (KPL), Erosion Index (IE) and Debit Water River (river regime coefficient (KRS)), and then obtained value of weighting and scoring each land use is 3:15, and sub-watershed Junggo categorized sub watersheds being.

**Key words** : Watershed, Sub DAS Upstream, Batu City, DAS quality

**PENDAHULUAN**

DAS adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami. Batas di darat berupa pemisah topografi dan batas di laut hingga daerah perairan masih terpengaruh aktivitas daratan. Sub DAS adalah bagian dari DAS yang menerima air hujan dan mengalirkannya melalui anak sungai ke sungai utama, sehingga DAS terbagi habis di dalam Sub-sub DAS (Menurut UU Nomor 7 Tahun 2004).

Salah satu peran penting DAS yaitu sebagai daerah tangkapan hujan dimana fungsinya adalah sebagai penyedia air pada musim kemarau, pengendali sedimentasi waduk, dan pengendali banjir (Sunaryo, 2001). Kenyataannya terdapat berbagai macam masalah yang terjadi pada pengelolaan daerah aliran sungai tersebut dimana dapat menghambat fungsi DAS yaitu contohnya berupa perubahan alih fungsi hutan yang mana secara mendasar berakibat mulai turunnya jumlah hutan di lokasi ini, berkurangnya sumber mata air, tererosinya lapisan tanah yang subur, timbulnya longsor, pendangkalan sungai dan pada akhirnya membawa dampak perubahan ke arah lahan kritis.

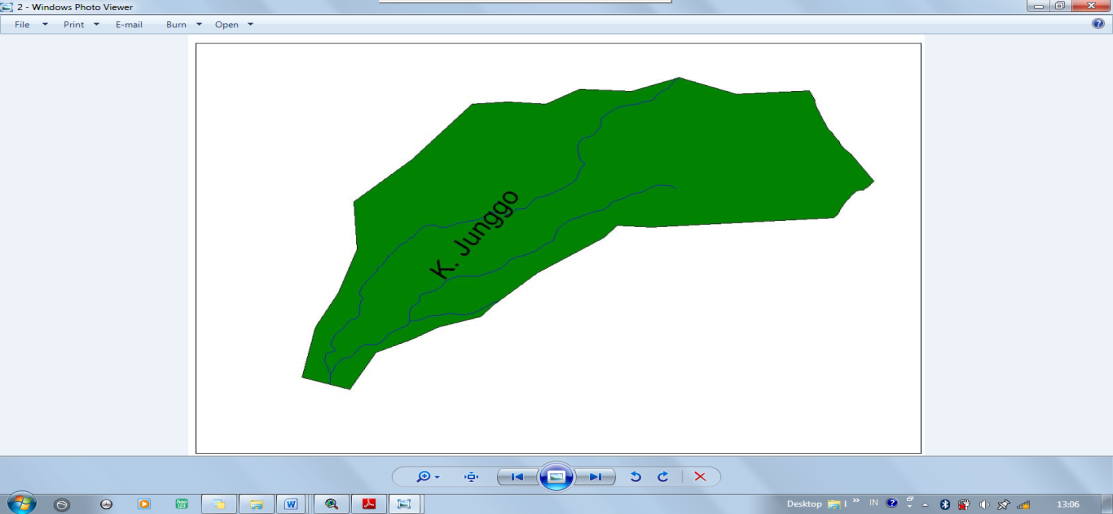
Secara umum identifikasi permasalahan DAS dapat dibagi menjadi empat yaitu hidrologi, lahan, sosial ekonomi dan kelembagaan. Permasalahan DAS ditinjau pada aspek lahan disebabkan oleh tingginya tingkat erosi dan sedimentasi menyebabkan meluasnya lahan kritis serta menurunnya produktivitas lahan. Salah satu contohnya adalah wilayah DAS Brantas, DAS Brantas merupakan DAS strategis sebagai penyedia air baku untuk berbagai kebutuhan seperti sumber tenaga untuk pembangkit tenaga listrik, PDAM, irigasi, industri dan lain-lain. DAS Brantas di Jawa Timur mempunyai panjang 320 km dan memiliki luas sebesar 12.000 km2 yang mencakup kurang lebih 25 % luas Propinsi Jawa Timur. Hal ini pula yang mendasari bahwa daerah Aliran Sungai (DAS) sebagai salah satu ekosistem memiliki peran yang penting dalam pengelolaan sumber daya air (Jasa Tirta, 2007).

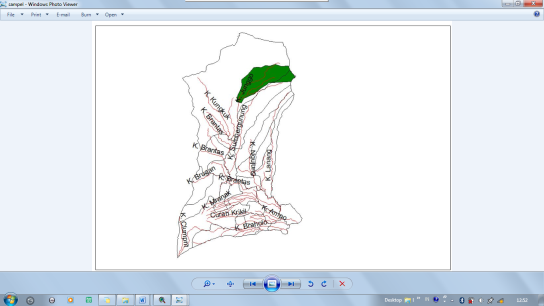
Kekritisan lahan di Sub DAS Brantas Hulu sebagian besar terjadi di wilayah yang memiliki lereng curam dengan kemiringan berkisar 40-60% hingga > 60% yang berada di pegunungan Anjasmoro, Arjuno, Panderman dan sebagian kecil Gunung Wukir. Karena DAS Brantas sudah teridentifikasi memiliki banyak permasalahan, sehingga perlu dilakukan pengkajian kembali terhadap masing-masing Sub-Sub DAS yang terletak di dalam satu kesatuan DAS Brantas itu sendiri. Salah satu Sub DAS hulu yang perlu dilakukan identifikasi permasalahannya adalah Sub DAS Junggo yang terletak di Desa Tulung Rejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu.

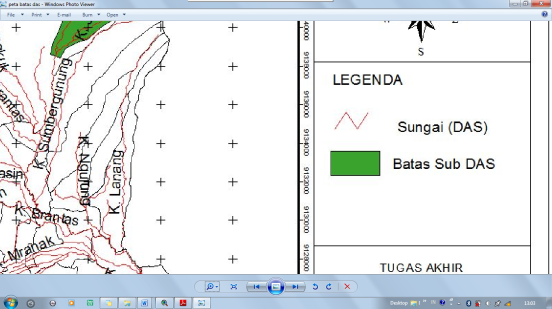
Oleh sebab itu perlu dilakukan penentuan kondisi dan kualitas Sub DAS Junggo yang merupakan salah satu bagian dari Sub DAS Brantas Hulu yang terletak di Desa Tulung Rejo Kecamatan Bumiaji Kotamadya Batu, diharapkan dengan adanya tinjauan kembali pada masing-masing Sub DAS kedepannya dapat menjaga dan melestarikan keberadaan masing-masing Sub DAS agar tetap baik dalam menjalankan perannya sebagai Daerah Aliran Sungai.

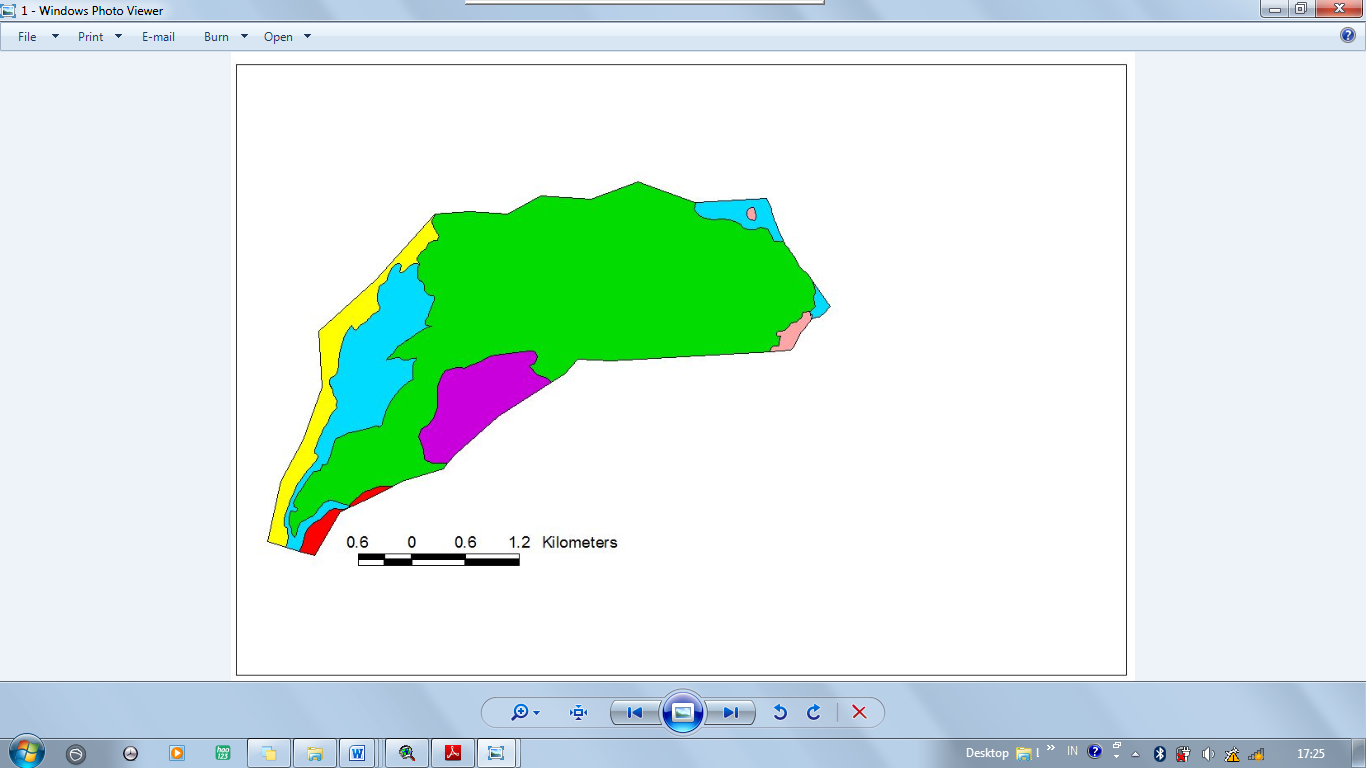
**METODE PENELITIAN**

Alat dan bahan yang digunakan adalah seperangkat komputer lengkap, dengan Software Arc GIS 9.3 sebagai pengolahan data, peta landuse BAPPEDA Kota Batu tahun 2003, peta DAS Kota Batu khusunya Sub DAS Junggo, dan data curah hujan tahun 2006-2012. Sub DAS Brantas Hulu secara geografis terletak di 1150 17’ 0” hingga 1180 19’ 0” Bujur Timur dan 70 55’ 30” hingga 70 57’ 30” Lintang Selatan. Lokasi Sub DAS Junggo berada di Desa Tulung Rejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu. Peta Sub DAS Junggo dapat dilihat pada Gambar 1.









Gambar 1. Peta Administratif Sub DAS Junggo

**Analisis Indeks Penutupan Lahan (IPL)**

Vegetasi merupakan lapisan pelindung atau penyangga antara atmosfer dan tanah. Suatu vegetasi penutup tanah yang baik seperti rumput yang tebal atau rimba yang lebat akan menghilangkan pengaruh hujan dan topografi terhadap erosi.

Pengolahan data pada penentuan nilai indeks penutupan lahan, diperlukan data luas vegetasi permanen dan luas daerah aliran sungainya. Vegetasi permanen merupakan tanaman yang memiliki akar kuat, dan termasuk dalam tanaman tahunan sedangkan luas daerah aliran sungai merupakan luasan daerah sungai beserta penggunaan lahan yang terdapat pada Sub DAS tersebut. Tabel 1 merupakan luas masing-masing penggunaan lahan di Sub DAS Junggo.

Penutupan vegetasi oleh lahan (IPL) didapatkan dari data luas lahan bervegetasi permanen (LVP) dan luas DAS yang terdapat pada peta penutupan lahan (land use). Kemudian dilakukan pengolahan data dengan rumus berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan No 52/Kpts-II/2001 yang akan memperoleh data output berupa nilai persentase dari penutupan vegetasi tersebut. Setelah diperoleh nilai persentase kemudian dibandingkan berdasarkan Tabel 2 standar evaluasi IPL untuk menentukan kualitas dari penutupan vegetasi oleh lahan tersebut dan kemudian dapat ditentukan skornya. Berikut rumus perhitungan Indeks Penutupan Lahan (IPL):

Keterangan :

IPL = Indeks Penutupan Lahan.

LVP = Luas Lahan Bervegetasi Permanen (Informasi dari Peta Penutupan Lahan atau *Land Use*).

Tabel 1**.** Luas Masing-Masing Penggunaan Lahan

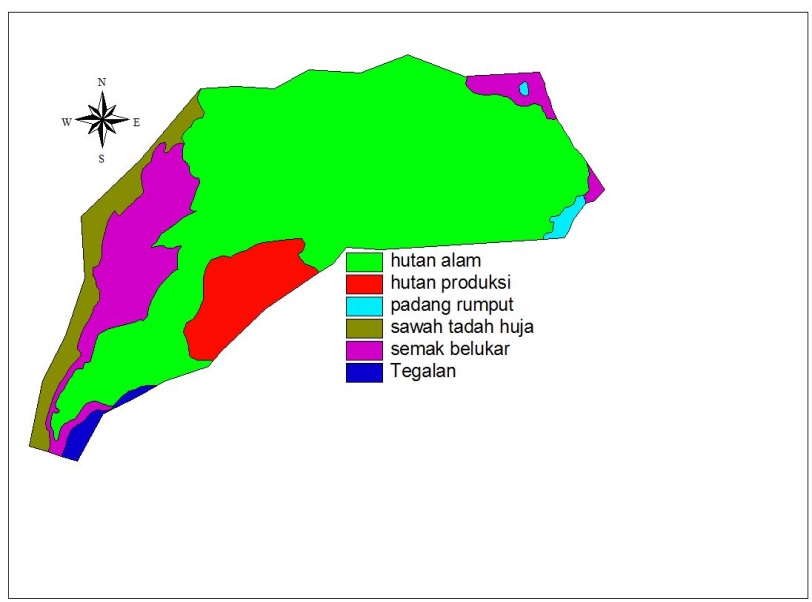
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Tata Guna Lahan** | **Luas (ha)** |
| 1. | Padang Rumput | 9.892 |
| 2. | Sawah Tadah Hujan | 76.355 |
| 3. | Semak Belukar | 164.53 |
| 4. | Tegalan | 13.761 |
| 5. | Hutan Alam | 824.538 |
| 6. | Hutan Produksi | 92.486 |
| Luas DAS (Daerah Aliran Sungai) | | 1181.562 |

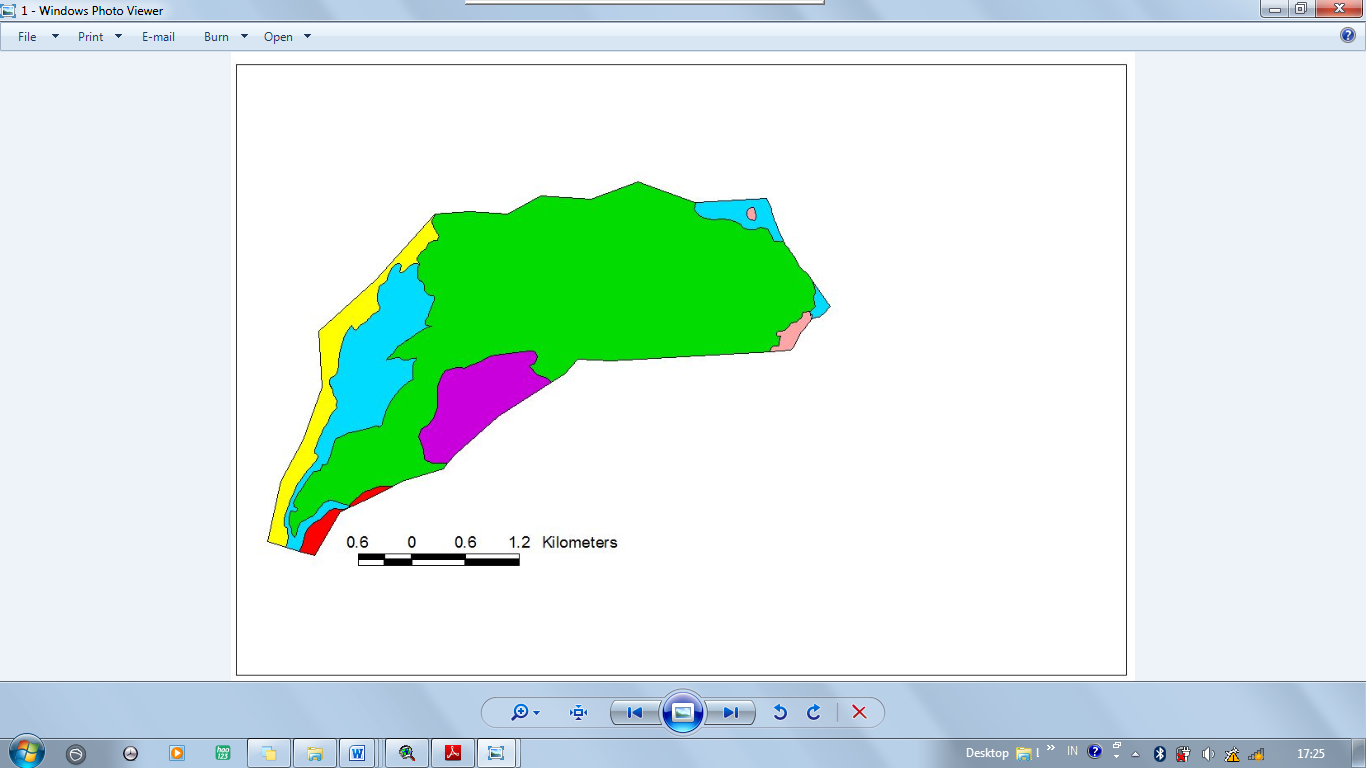
Sumber: Bakosurtanal, 2003

Tabel 2. Standar Evaluasi Parameter Penentuan

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Parameter Penentuan | Kategori | | | | | |
| Baik | | Sedang | | Jelek | |
| Nilai | Skor | Nilai | Skor | Nilai | Skor |
| 1. | IPL | ˃ 75 % | 1 | 30 – 75 % | 3 | ˂ 30 % | 5 |
| 2. | KPL | ˃ 75 % | 1 | 40 – 75 % | 3 | ˂ 40 % | 5 |
| 3. | IE | ˂ 50 % | 1 | 50 – 100 % | 3 | ˃ 100 % | 5 |
| 4. | KRS | ˂ 50 | 1 | 50 -120 | 3 | ˃ 120 | 5 |

Sumber: Menteri Kehutanan, 2001





Gambar 2. Peta Penggunaan Lahan Sub

DAS Junggo

**Analisis Kesesuaian Penggunaan Lahan (KPL)**

Kesesuaian penggunaan lahan didapatkan dari kelas masing-masing penggunaan lahan yang ada di Sub DAS Junggo. Penentuan kelas didasarkan pada kelerengan, erosi serta kedalaman batuan yang terdapat pada penggunaan lahan tersebut, selain itu, sesuain dengan penggunaan lahan yang dilakukan. Tabel 3 dan Gambar 1 merupakan kesesuaian penggunaan lahan.

Kesesuaian penggunaan lahan (KPL) didapatkan dari data luas penggunaan lahan yang sesuai (LPS) dan luas DAS diambil dari penelitian terdahulu yaitu Rahadi, Bambang (2013) berdasarkan peta kesesuaian lahan (*landuse*). Pada pengolahan data digunakan rumus berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan No 52/Kpts-II/2001 yang kemudian diperoleh data output berupa nilai persentase dan kemudian dibandingkan dengan Tabel 2 standar evaluasi KPL untuk mendapatkan keterangan dari nilai yang telah didapatkan dan kemudian dapat ditentukan skornya. Berikut rumus perhitungan Kesesuaian Penggunaan Lahan (KPL):

Keterangan:

LPS = Luas Penggunaan Lahan yang sesuai

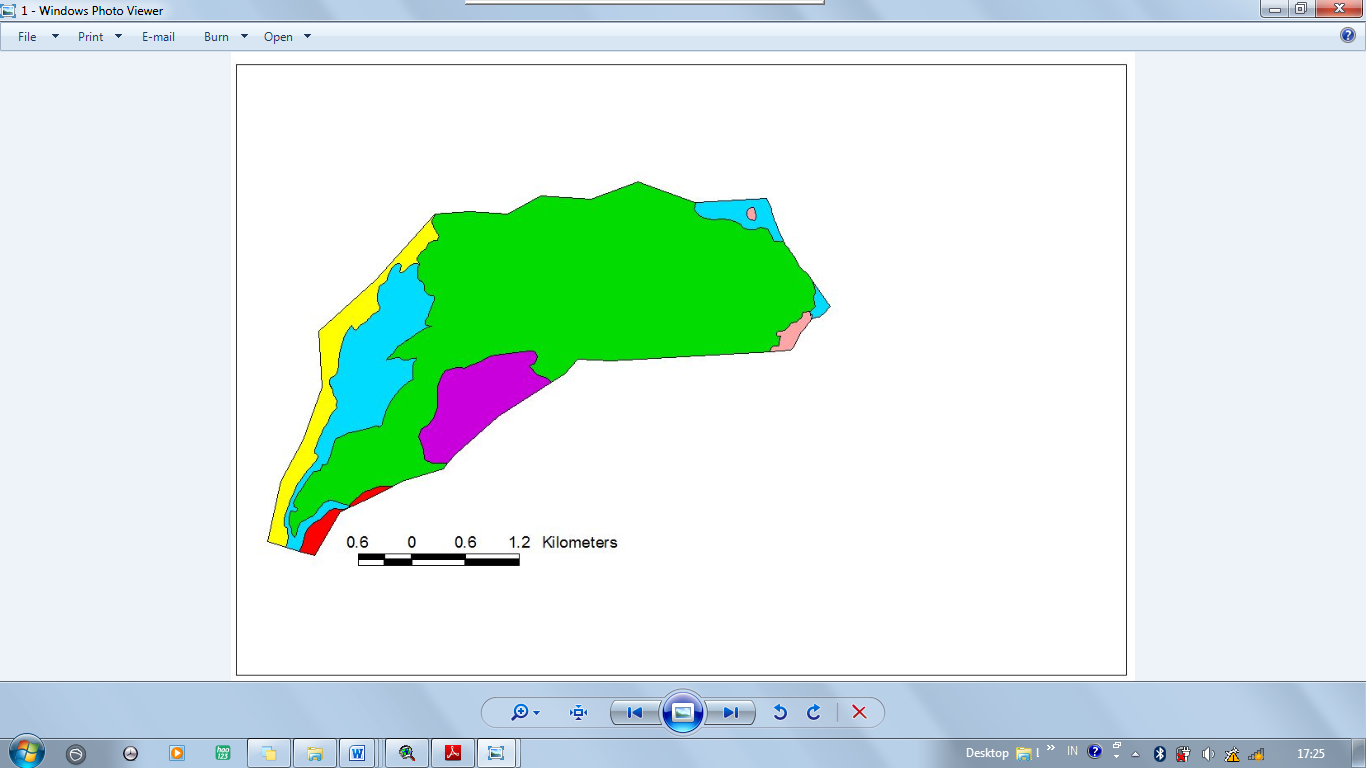
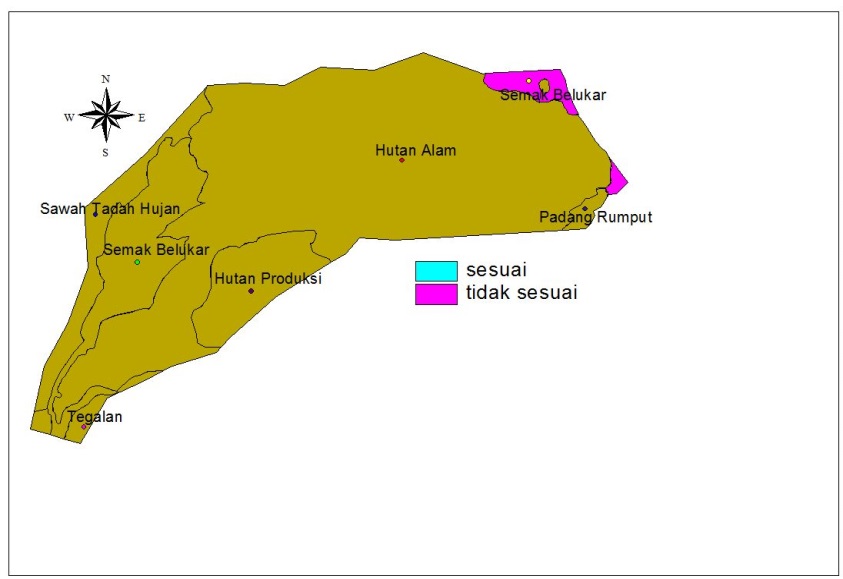
Rujukan Kesesuaian Penggunaan

Lahan adalah RTRW/K atau pola

RLKT

Tabel 3. Luas Kesesuaian Penggunaan Lahan

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Penggunaan** | | **Lahan Kelas** | **Kesesuaian** | **Luas (ha)** |
| 1. | Padang Rumput | | VI | Sesuai | 8.704 |
| 2. | Padang Rumput | | VII | Sesuai | 1.188 |
| 3. | Sawah Tadah Hujan | | II | Sesuai | 76.355 |
| 4. | Tegalan | | V | Sesuai | 13.761 |
| 5. | Hutan Produksi | | IV | Sesuai | 92.486 |
| 6. | Hutan Alam | | VI | Sesuai | 824.538 |
| 7. | Semak Belukar | | VI | Sesuai | 138.199 |
| 8. | Semak Belukar | | VII | Tidak Sesuai | 26.331 |
| Jumlah | | 1182.562 | | | |

Sumber: Bambang Rahardi, 2013

Gambar 3. Peta Kesesuaian Penggunaan

Lahan Sub DAS Junggo

**Analisis Indeks Erosi (IE)**

Indeks erosi (IE) didapakan dari data pendugaan erosi yang telah dilakukan oleh penelitian terdahulu yaitu Afsolin, Zamahsyari (2012) seperti pada Tabel 4 dan Gambar 2 yang kemudian dianalisis data nilai pendugaan erosi semua penggunaan lahan dibagi dengan erosi yang diperbolehkan berdasarkan jenis tanah yang terdapat di Sub DAS tersebut sesuai dengan Tabel 5 klasifikasi bahaya erosi. Kemudian didapatkan nilai persentase indeks erosi yang akan dibandingkan dengan Tabel 2 untuk mendapatkan keterangan dari nilai yang telah diperoleh dan kemudian dapat ditentukan skornya**.** Berikut rumus perhitungan Indeks Erosi (IE):

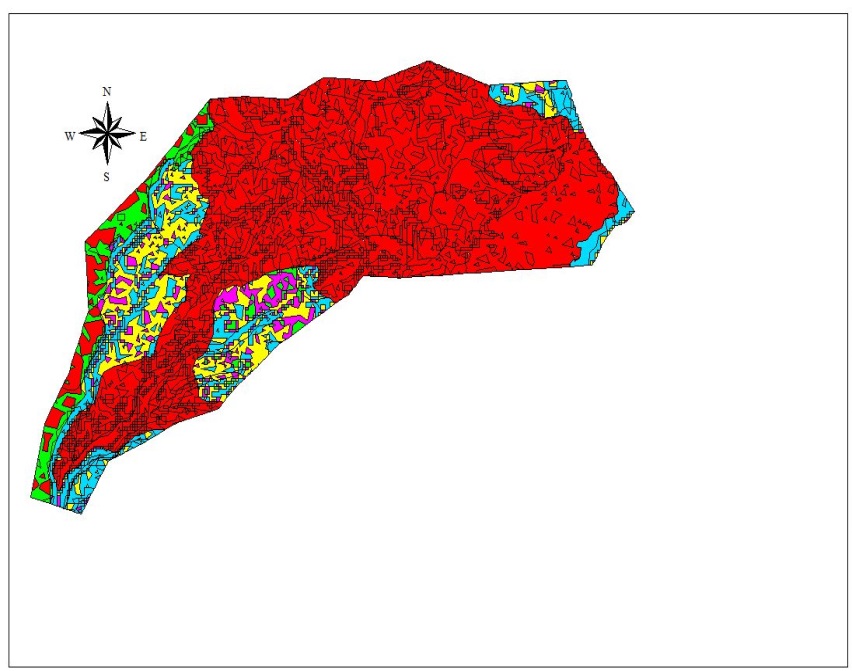
Keterangan:

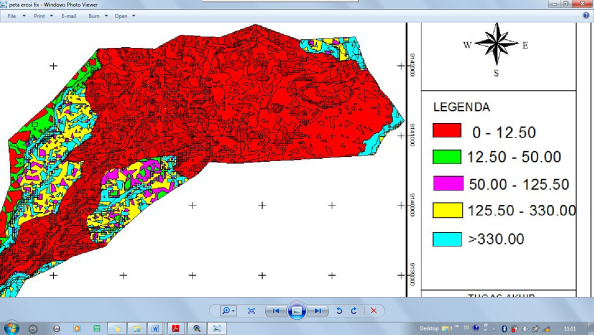
Ea = Pendugaan Erosi

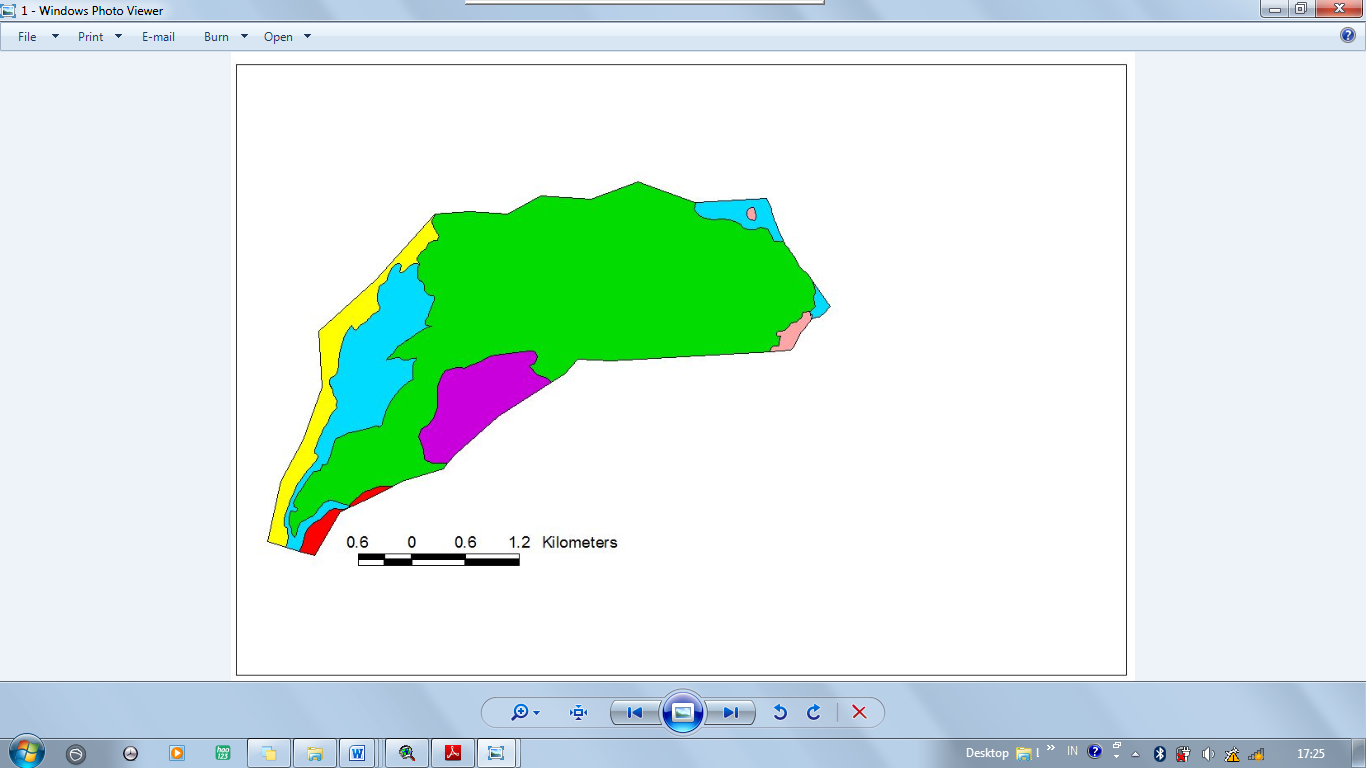
T = Erosi yang diperbolehkan

Tabel 4. Total Nilai Pendugaan Erosi Masing-Masing Penggunaan Lahan

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Penggunaan Lahan** | **Ea (Ton/tahun)** | **Luas (ha)** | **Ea (ton/ha/thun)** |
| 1. | Padang Rumput | 2598.61 | 9.892 | 262.698 |
| 2. | Sawah Tadah Hujan | 528.64 | 76.355 | 6.92 |
| 3. | Semak Belukar | 10624.68 | 164.53 | 64.57 |
| 4. | Tegalan | 10118.21 | 13.761 | 735.28 |
| 5. | Hutan Alam | 0.94 | 824.538 | 0.00114 |
| 6. | Hutan Produksi | 4214.04 | 92.486 | 45.56 |
| Jumlah | | 28085.51 | 1181.562 | 1115.03 |

Sumber : Afsolin, 2012





Gambar 4**.** Peta Nilai Pendugaan Erosi

Tabel 5**.** Erosi yang masih diperbolehkan di Indonesia

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Sifat Tanah dan Substrata** | **Erosi yang masih dapat diperbolehkan (ton/ha/tahun)** |
| 1. | Tanah sangat dangkal di atas batuan | 0.0 |
| 2. | Tanah sangat dangkal di atas bahan telah melapuk (tidak terkonsolidasi) | 4.8 |
| 3. | Tanah dangkal di atas bahan telah melapuk | 9.6 |
| 4. | Tanah dengan kedalaman sedang di atas bahan telah melapuk | 14.4 |
| 5. | Tanah yang dalam dengan lapisan bawah yang kedap air, di atas substrata telah melapuk | 16.8 |

Sumber : Arsyad, 1989

Keterangan : Berat volume tanah

diasumsikan 1.2 g/cm3

Kedalaman tanah lebih dari 90 cm = dalam

Kedalaman tanah antara 50 – 90 cm = sedang

Kedalaman tanah antara 25 – 50 cm = dangkal

Kedalaman tanah kurang dari 25 cm = sangat dangkal

**Analisis Koefisien Regim Sungai (KRS)**

Koefisien Regim Sungai (KRS) adalah bilangan yang menunjukkan perbandingan antara nilai debit maksimum (Qmaks) dengan nilai debit minimum (Qmin) pada suatu DAS/Sub DAS. Data Qmaks dan Qmin diperoleh dari nilai rata-rata debit harian (Q) dari hasil pengamatan SPAS di DAS/Sub DAS yang dipantau.

Pengukuran debit air sungai membutuhkan data curah hujan harian dan tahunan pada DAS Junggo yang diperoleh dari BAPPEDA Kota Batu. Pengolahan data di Sub DAS Junggo ini menggunakan rumus FJ. Mock, dengan output yang diperoleh adalah nilai debit perbulan dalam setiap tahunnya. Kemudian diambil nilai maksimum dan nilai minimumnya dari tahun 2006-2012 untuk mendapatkan koefisien regim sungai (KRS) seperti pada Tabel 6. Setelah itu hasil dari KRS dibandingkan dengan Tabel 2 klasifikasi nilai KRS untuk mendapatkan keterangan dari nilai yang diperoleh dan kemudian dapat ditentukan skornya. Berikut rumus perhitungan KRS:

Tabel 6. Nilai Qmax/Qmin dan KRS Tahun 2006-2012

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tahun** | **Qmax (l/dtk)** | **Qmin (l/dtk)** | **KRS (Qmaks/Qmin) (l/dtk)** |
| 2006 | 40.90 | **0.05** | 818 |
| 2007 | 53.34 | 0.06 | 889 |
| 2008 | **80.27** | 0.24 | 169.125 |
| 2009 | 54.55 | 0.09 | 606.11 |
| 2010 | 60.40 | 1.83 | 33.00 |
| 2011 | 42.05 | 0.18 | 233.61 |
| 2012 | 53.71 | 0.06 | 895.16 |

Sumber: Hasil Perhitungan

Gambar 5. hidrograf debit air Sub DAS Junggo tahun 2006-2012

**Analisis Kualitas Kinerja**

Penentuan kondisi penggunaan lahan dilihat berdasarkan nilai persentase dari parameter Indeks Penutupan Vegetasi (IPL) dan Kesesuaian Penggunaan Lahan (KPL) sedangkan kualitas kinerja Sub DAS diperoleh dengan metode pembobotan dan skoring yang mana hasil perhitungan akhirnya diambil berdasarkan bobot dari masing-masing parameter dikali dengan skor masing-masing parameter dan hasilnya dibagi dengan total bobot dari masing-masing parameter, kemudian hasil tersebut dibandingkan dengan Tabel 7 klasifikasi kategori nilai kinerja DAS untuk mendapatkan kualitas Sub DAS berdasarkan kinerjanya.

Tabel 7. Klasifikasi Kategori Nilai Kinerja DAS

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Nilai Klasifikasi Kinerja DAS** | **Kategori** |
| 1. | < 1.7 | Baik |
| 2. | 1.7 – 2.5 | Agak Baik |
| 3. | 2.6 – 3.4 | Sedang |
| 4. | 3.5 – 4.3 | Agak Buruk |
| 5. | > 4.3 | Buruk |

Sumber : Keputusan Menteri Kehutanan

No 52/Kpts-II/2001

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Indeks Penutupan Lahan (IPL)**

Indeks penutupan lahan didapatkan nilai sebesar 91.53 %, dapat disimpulkan bahwa nilai indeks tersebut termasuk dalam kategori “Baik” dalam fungsi penutupan vegetasi di Sub DAS Junggo dan berdasarkan nilai skoring yaitu 1 juga dikatakan “Baik”. Sehingga Sub DAS Junggo berdasarkan Indeks Penutupan Vegetasi (IPL) termasuk dalam Sub DAS yang memiliki kategori “Baik”.

**Kesesuaian Penggunaan Lahan (KPL)**

Kesesuaian penggunaan lahan didapatkan nilai sebesar 97.77 %, nilai tersebut termasuk dalam kategori “Baik” dan berdasarkan nilai skoringnya yaitu 1 dikatakan “Baik” juga. Sehingga Sub DAS Junggo berdasarkan parameter kesesuaian penggunaan lahan (KPL) termasuk dalam kategori “Baik”.

**Indeks Erosi (IE)**

Indeks Erosi didapatkan nilai sebesar yaitu 66.37 %, termasuk dalam kategori “Sedang” dan berdasarkan nilai skoringnya yaitu 3 termasuk dalam kategori “Sedang”. Sehingga Sub DAS Junggo menurut Indeks Erosi termasuk dalam kategori “Sedang”.

**Koefisien Regim Sungai (KRS)**

Koefisien regim sungai didapatkan nilai sebesar 1605.4. Hasil nilai tersebut termasuk dalam kategori “Jelek” karena nilai yang didapatkan lebih besar dari 120 dan berdasarkan skornya yaitu 5 juga termasuk dalam kategori “Jelek.

**Penentuan Kualitas Kinerja**

Penentuan kualitas didapatkan bobot 26 %. Hasil dari perhitungan masing-masing parameter penentuan menunjukkan bobot dan skor seperti Tabel 8 sebagai berikut.

Tabel 8.Nilai Hasil Perkalian Bobot dan Skor dari masing-masing Parameter kinerja DAS

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Indikator / Parameter** | **Bobot** | **Skor** | **Hasil** |
| **%** |
| 1. Tata Air |  |  |  |
| 1. Koefisien Regim Sungai (KRS) | 10 | 5 | 50 |
| 1. DTA |  |  |  |
| 1. Pengelolahan Lahan |  |  |  |
| 1. Indeks Penutupan Lahan (IPL) | 4 | 1 | 4 |
| 1. Kesesuaian Penggunaan Lahan | 4 | 1 | 4 |
| 1. Indeks Erosi (IE) | 8 | 3 | 24 |
| Jumlah Total | 26 | 10 | 82 |
| Hasil Persentase Bobot = 82/26 = **3.15** | | | |

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil akhir kinerja Sub DAS didapatkan nilai 3.15. Klasifikasi kategori nilai Sub DAS Junggo memiliki kategori Sub DAS yang “Sedang”. Sehingga dapat disimpulkan bahwa Sub DAS Junggo memiliki kualitas “Sedang” berdasarkan dari nilai bobot dan skor yang didapatkan dari keempat parameter yaitu Indek Penutupan Lahan (IPL), Kesesuaian Penggunaan Lahan (KPL), Indeks Erosi (IE), dan Koefisien Regim Sungai (KRS).

**SIMPULAN**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dalam penentuan kualitas Sub DAS Junggo dengan evaluasi kinerjanya dapat ditarik kesimpulan bahwa:

Kondisi penggunaan lahan di Sub DAS Junggo pada tahun 2012 dapat dikatakan “Baik” berdasarkan pada kedua parameter penentuan yaitu Indeks Penutupan Vegetasi (IPL) dan Kesesuaian Penggunaan Lahan (KPL). Dengan luasan masing-masing penggunaan lahan yaitu Padang Rumput 9.892 ha, Sawah Tadah Hujan 76.355 ha, Semak Belukar 164.53 ha, Tegalan 13.761, Hutan Alam 824.538 ha, dan Hutan Produksi 92.486 ha.

Penentuan kualitas kinerja Sub DAS Junggo dikatakan “Sedang” dengan hasil akhir dari kinerja DAS yaitu 3.15 dari jumlah hasil kali skor dan bobot kemudian dibagi total persentase bobot, dari masing-masing parameter yaitu Indek Penutupan Lahan (IPL), Kesesuaian Penggunaan Lahan (KPL), Indeks Erosi (IE), dan Koefisien Regim Sungai (KRS).

**DAFTAR PUSTAKA**

Afsolin, Zamahsyari. 2012. Skripsi : **Penilaian Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Batu Terhadap Laju Erosi**. FTP-UB. Malang.

Arsyad, S. 1989. **Konservasi Tanah dan Air**. IPB Press. Bogor

Keputusan Menteri Kehutanan No 52/Kpts-II/2001 **Tentang Pedoman Penyelenggaraan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.**

Rahadi, Bambang., Elih Nurlaelih. 2013. **Model Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Berbasis Daya Dukung Lingkungan untuk Penataan Ruang dan Wilayah Dalam Pemanfaatan Su berdaya Alam yang Optimal**. UB. Malang.

Sunaryo, M. T. 2001. **Pengelolaan Daerah Pengaliran sungai. Makalah Seminar Peranan Lingkungan Dalam Pengelolaan Daerah Pengaliran Sungai.** Jakarta 24 Maret 2001. BAPEDAL. Jakarta.

U. A, Erick. 2014. **Skripsi : Evaluasi Daya Dukung Lingkungan Berbasis Neraca Air Di Kota Batu**. Tp-UB. Malang.