

UPAYA KONSERVASI LAHAN BERDASARKAN INDIKATOR EROSI DAN SEDIMEN DI DAS JRAGUNG

Muhamad Taufiq¹, Ussy Andawayanti², Endang Purwati².

¹Pengawas, BBWS Pemali Juana,

²Pengajar Program magister Teknik Pengairan Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur,
m.taufiq03@yahoo.co.id

ABSTRAK: Daerah Aliran Sungai (DAS) Jragung terletak pada Wilayah Kerja Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana. Pertambahan penduduk di DAS Jragung wilayah hulu menyebabkan perubahan pada fungsi lahan. Studi Upaya Konservasi Lahan Berdasarkan Indikator Erosi dan Sedimen di DAS Jragung sangat diperlukan untuk meminimalkan permasalahan di DAS Jragung. Pendugaan laju erosi dan sedimentasi dihitung dengan model AVSWAT 2000. Hasilnya menunjukkan besarnya limpasan permukaan, erosi dan sedimentasi sebesar 707,519 mm/thn, 168,51 ton/ha/th dan 229.806,089 ton/th. DAS Jragung memiliki indeks bahaya erosi rendah sebesar 40,19%, sedang sebesar 25,66%, tinggi sebesar 14,63%, dan sangat tinggi sebesar 19,52% terhadap luas DAS jragung. Upaya konservasi secara vegetatif dapat mereduksi erosi sebesar 38,19% dan secara mekanis dapat mereduksi sedimen sebesar 48,09%.

Kata-kata kunci: Limpasan permukaan, erosi, sedimentasi, AVSWAT 2000

ABSTRACT: Jragung Watershed (DAS) located in BBWS Pemali Juana. The population increase that occurred in the upstream Jragung watershed cause many changes in land use. The study of land conservation efforts based on indicators of erosion and sediment in Jragung watershed is necessary to minimize the problems that exist in Jragung watershed. The estimation of the rate of erosion and sedimentation is calculated by the model approach AVSWAT 2000. The results showed that the amount of surface runoff, erosion and sedimentation on the current state of each of 707.519 mm/yr, 168.51 tons/ha/year and 229.806,089 tons/year. Jragung watershed have low 40.19%, medium 25.66%, high 14.63% and very high 19.52% erosion hazard index to the jragung watershed area. Vegetative conservation effort can reduce the erosion to 38.19% and mechanically can reduce sediment amount to 48.09%.

Key words: surface runoff, erosion, sedimentation, AVSWAT 2000

Daerah Aliran Sungai (DAS) Jragung termasuk dalam Satuan Wilayah Sungai Jragung Tuntang (WS Jratun) terletak pada wilayah kerja Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana. Pertambahan penduduk yang terjadi di DAS Jragung wilayah hulu menyebabkan banyak perubahan pada fungsi lahan, bentang alam asli berubah menjadi wilayah pemukiman dan persawahan, konversi lahan merupakan konsekuensi logis dari peningkatan aktivitas, jumlah penduduk dan pembangunan lainnya. Data BP DAS Jratun telah terjadi peningkatan perubahan tataguna lahan dari tahun 2008 ke tataguna lahan tahun 2014. Dalam Pola PSDA WS Jratunseluna Stranas 2010 DAS Jragung

termasuk DAS yang rawan erosi dan longsor dengan kerentanan erosi 50-100 ton/thn.

Oleh karena itu studi upaya konservasi lahan berdasarkan indikator erosi dan sedimen di DAS Jragung sangat diperlukan untuk meminimalkan permasalahan yang ada di DAS Jragung. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisa besar limpasan, besar erosi, besar sedimen, indeks bahaya erosi dan upaya konservasi dengan cara vegetatif maupun mekanis yang ada di DAS Jragung.

Manfaat dari penelitian ini dapat menjadi landasan untuk perencanaan pengelolaan dan konservasi DAS serta sebagai arahan dalam pembangunan berkelanjutan.

AVSWAT adalah sebuah *software* yang berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) ArcView 3.3 (ESRI) sebagai ekstensi (*graphical user interface*) di dalamnya. Program ini dikeluarkan oleh *Texas Water Resources Institute, College Station, Texas, USA*. ArcView sendiri adalah salah satu dari sekian banyak program yang berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). AVSWAT dirancang untuk memprediksi pengaruh manajemen lahan pada aliran air, sedimen dan lahan pertanian dalam suatu hubungan yang kompleks pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) termasuk didalamnya jenis tanah, tata guna lahan dan manajemen kondisi lahan secara periodik. Untuk tujuan pemodelan, program AVSWAT memudahkan pengguna dengan melakukan pembagian suatu wilayah DAS yang luas menjadi beberapa bagian sub DAS-sub DAS untuk memudahkan dalam perhitungan Struktur data yang digunakan sebagai representasi dari kondisi asli kenampakan objek yang ada di bumi. Di dalamnya pengolahan database, AVSWAT dibagi dalam 2 kelompok data base: jenis data spasial yaitu basis data dalam struktur vektor dan basis data dalam struktur *grid/raster*. Berbagai aplikasi yang sering memanfaatkan struktur data dalam bentuk *grid* antara lain adalah representasi kondisi elevasi (DEM), kemiringan (*slope*), atau juga persebaran dari distribusi curah hujan.

Besarnya laju erosi dihitung menggunakan metode *Modified Universal Soil Loss Equation* (MUSLE) atau Modifikasi Persamaan Umum Kehilangan Tanah (MPUKT). (*SWAT Theoretical Documentation 2000, 2002*)

$$Sed_{LS_{USLE} CRFG} = 1.18(Q_{surf}Q_{peak}area_{hru})^{0.56}K_{USLE}C_{USLE} \quad (1)$$

Di mana:

- sed = hasil sedimen per hari (ton)
- Q_{surf} = volume aliran limpasan permukaan (mm/hari)
- Q_{peak} = debit puncak limpasan (m^3/dt)
- $Area_{hru}$ = luas hru (ha)
- Hru adalah penutup lahan atau tataguna lahan, jenis tanah yang dikaji dalam sub DAS
- K_{USLE} = faktor erodibilitas tanah *USLE*
- C_{USLE} = faktor (pengelolaan) cara bercocok tanam *USLE*
- LS_{USLE} = faktor topografi *USLE*
- $CRFG$ = faktor pecahan batuan kasar

a. Faktor erodibilitas tanah (K)

Jenis tanah yang terdapat pada lokasi penelitian berdasarkan sumber dari BP DAS Pemali Jratun terdiri atas jenis tanah Alluvial, Regosol, Latosol dan Grumusol. Sedangkan Nilai Erodibilitas sumber dari *Harmonized World Soil Database* (HWSD)

b. Faktor panjang-kemiringan lereng (LS)

Faktor indeks topografi L dan S, masing-masing mewakili pengaruh panjang dan kemiringan lereng terhadap besarnya laju erosi. Panjang lereng mengacu pada aliran air permukaan, yaitu lokasi berlangsungnya erosi dan kemungkinan terjadinya deposisi sedimen. Pada umumnya, kemiringan lereng diperlakukan sebagai faktor yang seragam. Besarnya nilai LS (faktor topografi) dihitung dengan menggunakan rumus : (*AVSWAT Theoretical Documentation 2000*)

$$LS_{USLE} = \left(\frac{L_{hill}}{22.1}\right)^m \cdot (65.41 \cdot \sin^2(\alpha_{hill}) + 4.56 \cdot \sin\alpha_{hill} + 0.065) \quad (2)$$

Di mana :

- L_{hill} = panjang lereng (m)
- m = syarat eksponensial
- α_{hill} = sudut lereng
- Syarat eksponensial m dihitung dengan :

$$m = 0.6 \cdot (1 - \exp[-35.835 \cdot slp]) \quad (3)$$

di mana :

- Slp = kemiringan lereng HRU (*Hydrologic Response Unit*)

c. Faktor Tanaman (C)

Faktor tanaman (C) adalah perbandingan antara besarnya erosi dari lahan yang ditanami suatu jenis tanaman terhadap besarnya erosi tanah yang tidak ditanami dan diolah bersih (Arsyad, 2006). Kemampuan tanaman untuk menutup tanah, sehingga menghampiri laju erosi, akan mempengaruhi besar kecilnya nilai C.

Adapun persamaan yang dipakai dalam AVSWAT 2000 sebagai berikut: (*SWAT Theoretical Documentation 2000, 2002*)

$$C_{usle} = \exp(\ln(0.8) \ln(C_{usle}) \exp[0.00115 \text{rsd}_{surf}] + \ln[C_{uslem}]) \quad (4)$$

di mana:

- $C_{USLE, mn}$ = nilai minimum faktor pengelolaan tanaman

rsd_{surf} = jumlah *residue* di permukaan tanah

d. Faktor Pengelolaan Tanah (*P*)

Faktor *P* adalah nisbah antara tanah tererosi rata-rata dari lahan yang mendapat perlakuan konservasi tertentu terhadap tanah tererosi rata-rata lahan yang diolah tanpa tindakan konservasi

e. Faktor Pecahan Batuan Kasar (*Coarse Fragment Factor*)

Faktor pecahan kasar ini dihitung dengan persamaan: : (*SWAT Theoretical Documentation* 2000, 2002)

$$CFRG = \exp(-0.053rock) \dots\dots\dots (5)$$

Di mana:

rock = persentase batuan pada lapisan tanah
Indeks Bahaya Erosi

Indeks Bahaya Erosi (IBE) diperoleh dengan cara membandingkan laju erosi pada suatu unit lahan dengan besarnya erosi yang masih dapat dipertahankan. Indeks Bahaya Erosi dikelompokkan seperti tertera pada tabel 1

Erosi yang diijinkan

Erosi yang diijinkan/diperbolehkan diperoleh dari percobaan Haryati, et, al dalam Dariah, et, al. pada tahun 1995 di daerah Ungaran selama 6 tahun pengamatan diperoleh nilai *T* sebesar 16.8 ton/ha/thn.

Tabel 1 Klasifikasi Indeks Bahaya Erosi (Hammer, 1981)

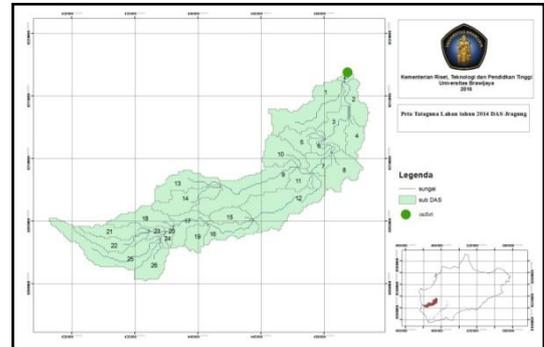
Nilai Indeks Bahaya Erosi	Harkat
< 1.0	Rendah
1.01 – 4.0	Sedang
4.01 – 10	Tinggi
>10.01	Sangat tinggi

Sumber: (Arsyad, 2006)

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi studi terletak di DAS Jragung dimulai dari Bendung Jragung ke arah hulu dengan luas wilayah ± 132 km². Sesuai dengan keppres 12 tahun 2012 DAS Jragung termasuk dalam Wilayah Sungai (WS) Jratunseluna. Adapun cakupan wilayah administrasi hasil tumpang susun antara batas DAS dan wilayah administrasi yang masuk dalam wilayah studi terdiri dari 4 kabupaten yaitu mulai yang terluas Kabupaten Demak (65.145,98 ha), Kabupaten Semarang (25.931,55 ha), Kabupaten Grobogan (25.654,64 ha), dan Kota

Semarang (1.304,48 ha). Tepatnya terletak pada posisi koordinat antara 110° 21' 57" - 110° 39' 58" Bujur Timur dan antara 6° 50' 55" - 7° 13' 59" Lintang Selatan. Lokasi studi dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Lokasi studi DAS Jragung

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah, meliputi peta administrasi Kab. Semarang, Kab Grobogan, Kab. Demak dan Kota Semarang, peta tutupan lahan dari BP DAS Pemali Jratun, peta curah hujan BBWS Pemali Juana, peta jenis tanah BP DAS Pemali Jratun. Alat analisis yang digunakan adalah AVSWAT 2000 berbasis perangkat lunak ArcView GIS 3.3.

ANALISIS

1. Pengolahan DEM (*Digital Elevation Model*)

Pengolahan DEM dalam studi ini bertujuan untuk mendapatkan representasi topologi bumi dalam bentuk DEM berformat *grid/cell* atau juga bisa disebut *grid elevasi* yang selanjutnya akan digunakan dalam pemodelan DAS dan analisa kemiringan lereng (*grid kemiringan lereng*)

2. Pemodelan Daerah Aliran Sungai (*Watershed Modelling*)

Pemodelan DAS dilakukan dengan menganalisa arah aliran dan akumulasi aliran yang diterima setiap *cell*

3. Pengolahan Peta Tataguna Lahan Dan Jenis Tanah

Untuk mendapatkan analisa spasial peta tataguna lahan dan jenis tanah yang mendeskripsikan secara detail distribusi tataguna lahan dan jenis tanah pada setiap DAS dan sub DAS

4. HRU (*Hydrologic Response Unit*)

untuk memproses distribusi *Hydrologic Response Unit* dari setiap sub DAS, sehingga akan dihasilkan database tabel *Distrswat* yang

berisi informasi penyebaran distribusi tataguna lahan dan jenis tanah pada DAS dan sub-DAS.

5. Pengolahan database pada AVSWAT 2000

6. *Running Simulation*

7. Analisa Hasil Simulasi

Dari hasil simulasi hidrologi, erosi dan sedimentasi menggunakan Model SWAT, akan dilakukan analisa sebagai berikut :

- Mendapatkan hasil keluaran berupa nilai debit, erosi dan sedimen setiap sub DAS.
- Mengkoreksi kesalahan-kesalahan apabila hasil yang didapat jauh dari hasil pengamatan di lapangan.
- Melakukan kalibrasi sehingga hasil *running simulation* mendekati dengan hasil kenyataan di lapangan.
- Melakukan upaya konservasi terhadap hasil dari indeks bahaya erosi dengan cara vegetatif maupun mekanis
- Melakukan *running* ulang terhadap upaya konservasi dari hasil indeks bahaya erosi

Terdapat 3 file utama untuk output running simulation AVSWAT yang masing-masing mempunyai penjelasan yang berbeda-beda. File-filenya adalah:

1. Subbasin Output File(*.BSB)

File ini berisi tentang informasi yang ada pada masing-masing sub DAS atau juga ringkasan pada HRU pada setiap Sub DAS.

Parameter-parameter penting yang mengacu dengan studi ini adalah:

- SUR Q = Limpasan permukaan Sub DAS yang masuk ke badan saluran.

- SYLD = Sedimen yang tertransport selama periode tertentu

2. Main Channel Output File(*.RCH)

File ini berisi ringkasan informasi muatan komponen-komponen DAS yang masuk dan keluar saluran. Parameter-parameter penting yang mengacu dengan studi ini adalah:

- FLOW_IN = Rata-rata debit perhari yang masuk.

- FLOW_OUT = Rata-rata debit perhari yang keluar.

- SED_IN = Jumlah sediment yang tertransport masuk selama periode waktu tertentu.

- SED_OUT = Jumlah sediment yang tertransport keluar selama periode waktu tertentu.

- SEDCONC = Konsentrasi sediment selama periode waktu tertentu.

3. HRU Output File(*.SBS)

Parameter-parameter penting yang mengacu dengan studi ini adalah:

- SUR Q = Limpasan permukaan sub DAS yang masuk ke badan saluran.

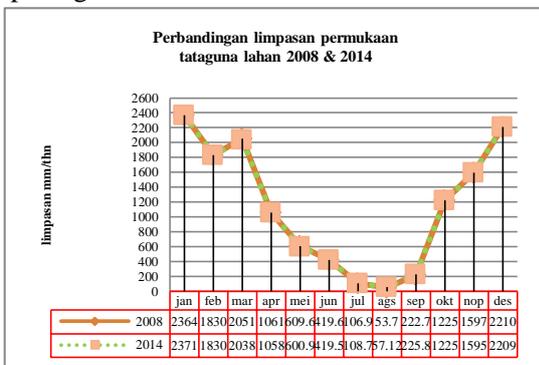
- SYLD = Sedimen yang tertransport selama periode tertentu

- USLE = Erosi yang dihitung dengan rumus USLE selama periode tertentu

HASIL DAN PEMBAHASAN

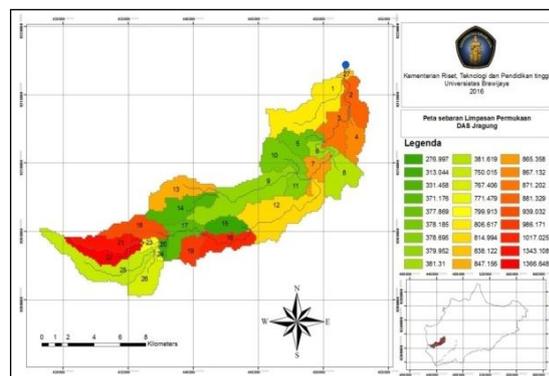
Limpasan Permukaan

Perubahan dari tataguna lahan 2008 dan 2014 terjadi peningkatan rata-rata debit limpasan permukaan di DAS Jragung sebesar 6.69% dapat dilihat pada gambar 2 dan nilai limpasan permukaan DAS Jragung tahun 2014 sebesar 707.519 mm/tahun sedangkan sebaran limpasan permukaan persub DAS dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 2 Perbandingan limpasan permukaan tataguna lahan 2008 dan 2014

Laju Erosi



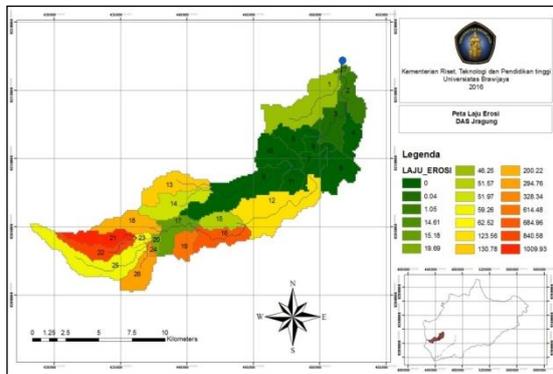
Gambar 3 Sebaran Limpasan Permukaan DAS Jragung tahun 2014

Hasil simulasi AVSWAT nilai sediment yield atau laju erosi untuk masing-masing kondisi tataguna lahan tahun 2008 dan tahun 2014 dari hasil perbandingan kondisi tataguna lahan terjadi peningkatan laju erosi

sebesar 10,15% dapat dilihat pada gambar 4. Sedangkan nilai laju erosi rerata untuk tahun 2014 sebesar 168.51 ton/ha/th. Setara kehilangan tanah sebesar 14.04 mm/th sedangkan sebaran laju erosi persub DAS dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 4 Peta Perbandingan laju erosi tataguna lahan 2008 dan 2014



Gambar 5 Peta Sebaran Laju Erosi DAS Jragung tahun 2014

Sedimentasi



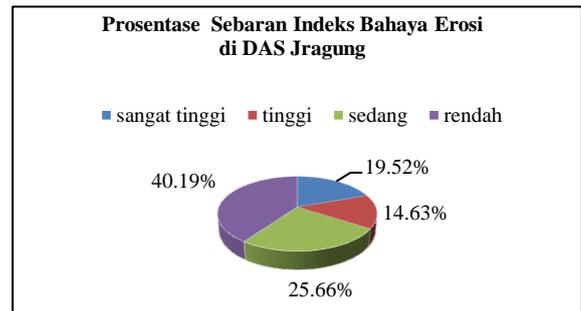
Gambar 6 Peta Perbandingan sedimen tataguna lahan 2008 dan 2014

Dari hasil simulasi AVSWAT 2000 nilai sedimen untuk masing-masing kondisi tataguna lahan tahun 2008 dan tahun 2014 dari hasil perbandingan kondisi tataguna lahan

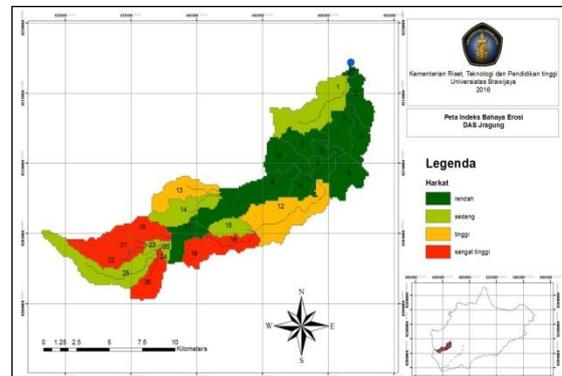
terjadi peningkatan laju sedimen sebesar 2,27%. Dapat dilihat pada gambar 6 Sedangkan rerata laju sedimen untuk tahun 2014 sebesar 229.806 ton/th.

Indek Bahaya Erosi

Penyebaran Bahaya Erosi di DAS Jragung dapat dilihat pada Gambar 7 yaitu: indeks bahaya erosi rendah sebesar 40.19%, indeks bahaya erosi sedang sebesar 25.66%, indeks bahaya erosi tinggi sebesar 14.63%, dan indeks bahaya erosi sangat tinggi sebesar 19.52% sedangkan peta sebaran indeks bahaya erosi dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 7 Grafik Sebaran Indeks Bahaya Erosi DAS Jragung



Gambar 8 Peta Sebaran Indeks Bahaya Erosi DAS Jragung tahun 2014

Upaya Konservasi Secara vegetatif

Berdasarkan hasil simulasi secara vegetatif pada kondisi penggunaan lahan saat ini laju erosi sebesar 168.51 ton/ha/th dan penggunaan lahan skenario laju erosi sebesar 104.15 ton/ha/th pada DAS Jragung sehingga dapat mereduksi laju erosi sebesar 38.19% dari besarnya laju erosi yang ada di lahan.

Secara Mekanis

Upaya untuk mengurangi besarnya sedimen yang masuk ke badan sungai adalah dengan menangkap *inflow* sedimen menggunakan bangunan *checkdam*

Bangunan pengendali sedimen diletakkan pada daerah yang memberikan kontribusi sedimen besar ke sungai berdasarkan lahan sub DAS yang memiliki indeks erosi tinggi dan sangat tinggi hal ini dapat mereduksi sedimen sebesar 48.09% berdasarkan usia guna bangunan *checkdam*. Data bangunan *checkdam* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Data usiaguna bangunan *checkdam*

Lokasi <i>checkdam</i> sub DAS	Luas daerah (Km ²)	Debit model (m ³ /dt)	Slope sungai	Sedimen potensial (m ³)	Total sedimen (m ³)	Usia guna tampingan (th)
12	63.244	69.97	0.0018	306464.5	1,317,575	4.3
13	6.271	7.52	0.0207	30951.7	173,663.72	3.7
16	45.447	50.86	0.0035	363755	710102.81	1.9
18	5.630	6.76	0.0319	42537.36	112,599.92	2.3
21	4.410	5.28	0.0476	168074.7	85,053.14	1.1
22	4.316	5.17	0.0509	136914.3	79,459.73	1.5
25	11.401	13.61	0.0219	25492.45	184,692.02	1.3
26	4.660	5.60	0.0557	51835.09	64,528.41	1.1
Total				1,126,024	2,727,675	

Sumber Perhitungan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan pada analisa data dan pembahasan sebelumnya maka dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain sebagai berikut:

1. Dari hasil *Running* AVSWAT 2000 untuk nilai limpasan permukaan DAS Jragung sebesar 707,519 mm/thn untuk tataguna lahan 2014
2. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan model simulasi AVSWAT diperoleh nilai erosi sebesar 168,51 ton/ha/th. Setara dengan kehilangan tanah sebesar 14,04mm/th.
3. Hasil perhitungan dengan menggunakan model simulasi AVSWAT diperoleh nilai sedimen rata-rata sebesar 229.806,089 ton/th.
4. DAS Jragung memiliki indeks bahaya erosi rendah sebesar 40,19%, sedang sebesar 25,66%, tinggi sebesar 14,63%, dan sangat tinggi sebesar 19,52% terhadap luas DAS jragung
5. Upaya konservasi yang dilakukan untuk pelestarian DAS Jragung dengan menggunakan metode konservasi vegetatif dan mekanis. Dengan metode konservasi secara vegetatif dapat mereduksi erosi sebesar 38,19% berdasarkan sub DAS yang memiliki indeks bahaya erosi sedang, tinggi dan sangat tinggi sedangkan konservasi mekanis berupa *checkdam* dapat mereduksi sedimen sebesar 48.09% pada sub DAS yang memiliki indeks bahaya erosi tinggi dan sangat tinggi

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 2006. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB. Bogor
- BBWS Pemali Juana, 2010. Pola PSDA WS Jratunseluna Stranas, Semarang
- Dariah A, dkk, 2005 *Teknologi Konservasi Mekanik*, balittanah.litbang.go.id di akses tanggal 27 Februari 2016
- Freddy Nachtergaele, Harrij van Velthuisen, Luc Verelst, 2010 *Harmonized World Soil Database version 1*, Rome, Italy and IIASA, Laxenburg, Austria.
- M. Di Luzio, R. Srinivasan, J.G. Arnold, S.L. Neitsch. 2002. *Soil And Water assessment Tool User's Guide 2000*. Blackland Research & extension Center. Texas Agricultural Experiment Station.