

RINGKASAN

SIPYANTI.105040213111012. Analisis Sensitivitas Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Karakteristik Hidrologi DAS: Aplikasi Model Genriver untuk Optimalisasi Tata Guna Lahan dalam Menjamin Kesehatan Hidrologi Sub DAS Keduang Kabupaten Wonogiri. Dibawah bimbingan Bapak Widianto sebagai pembimbing utama dan Bapak Didik Suprayogo sebagai pembimbing pendamping serta Bapak Gunarjo Tjakrawarsa sebagai pembimbing lapang.

Penggunaan lahan dan tutupan lahan sebagai salah satu faktor biofisik DAS, sangat erat kaitannya dengan fungsi hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS). Kondisi fungsi hidrologi yang baik terindikasi tidak terjadi di Sub DAS Keduang Kabupaten Wonogiri. Hal ini berdasarkan monitoring oleh BPTKPDAS Solo, hasil air sungai (total debit sungai tahunan) menunjukkan peningkatan yang signifikan dari tahun ke tahun selama sepuluh tahun terakhir ini. Untuk itu kondisi hidrologi di Sub DAS Keduang merupakan anomali dalam suatu DAS. Untuk itu analisis hubungan karakteristik hidrologi dengan perubahan penutupan lahan menjadi sangat penting untuk dapat digunakan sebagai landasan kebijakan penyehatan dan manajemen DAS

Penelitian dilaksanakan di Sub DAS Keduang Kabupaten Wonogiri Jawa Tengah. Metode yang digunakan adalah permodelan dengan menggunakan Model GenRiver versi 1.1. yang dikembangkan oleh International Centre for Research on Agroforestry (ICRAF) serta analisis data sekunder debit dan tutupan lahan. Data sekunder diperoleh dari Balai Penelitian Teknologi Kehutanan dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPTKPDAS) Solo. Data debit dihitung dan dianalisis untuk mendapatkan nilai indikator hidrologi yang dikembangkan oleh Van Noordwijk *et al.* (2006). Perubahan penggunaan lahan diperoleh dengan klasifikasi penggunaan lahan dari citra lansat 7, tahun 2004, 2007, 2010, dan 2013. Validasi model dianalisis tingkat kesesuaian antara debit hasil output model dengan debit pengamatan di lapangan. Untuk mengetahui sensitifitas dari tiap penutupan lahan dilakukan analisis indikator-indikator hidrologi pada Sub DAS Keduang. Analisis pengaruh penutupan hutan terhadap karakteristik DAS dilakukan dengan penggunaan beberapa skenario luasan tutupan fungsi hutan. Skenario yang diajukan untuk Sub DAS Keduang adalah 20 skenario luasan fungsi tutupan hutan yaitu 0%-100% luas hutan. Dari hasil simulasi skenario didapat nilai debit per skenario, yang kemudian di lihat nilai debit paling baik.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hasil simulasi Model Genriver memiliki hubungan yang erat dengan debit hasil pengukuran di lapangan, sehingga model tersebut dapat digunakan dalam memprediksi perubahan karakteristik hidrologi sebagai akibat perubahan tutupan lahan. Meningkatkan luasan tutupan lahan hutan dan dengan kebun campuran dalam DAS memberikan pengaruh positif terhadap karakteristik hidrologi. Peningkatan penggunaan lahan pemukiman memiliki sensitivitas yang tertinggi dibandingkan dengan penggunaan lahan lain terhadap karakteristik hidrologi Sub DAS Keduang. Untuk itu kegiatan pengembalian fungsi hutan di kawasan pemukiman misalnya dengan penanaman pohon di disekitar pekarangan dan pembuatan sumur resapan sangat direkomendasikan.

SUMMARY

SIPYANTI.105040213111012. Sensitivity Analysis of Land Cover Change Toward Watershed Hydrology Characteristic: The Application of Genriver Model To Optimize Its Land Management To Ensure Hydrology Health In Sub-Watershed Keduang, Wonogiri. Supervised by Widiyanto, Didik Suprayogo, and Gunarjo Tjakrawarsa as field supervisor.

Land use and land cover as one of watershed bio-physical factor, very closely related to the watershed hydrological function. A good condition of a hydrology function allegedly does not occur in the sub watershed Keduang, Wonogiri. It is based on monitoring by BPTKPDAS Solo, the results of the river waters of the discharge of a river (total annual rate of flow) indicate a significant increase from year to year for the last ten years. The hydrological condition in sub watershed Keduang is an anomaly in a watershed. So that the analysis of hydrology characteristic relationship with changes in the land cover become very important to be used as a ability healty and watershed management.

Research was conducted in the sub watershed Keduang, Wonogiri, Central Java. The method used was modeling using GenRiver version 1.1 model which developed by the International Centre For Research On Agroforestry (ICRAF) and secondary data analysis of flow rate and land cover. Secondary data was obtained from Balai Teknologi Kehutanan dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPTKPDAS) Solo. Data of rate flow was calculated and analyzed to obtained the hydrology indicator value which developed by Van Noordwijk *et al.* (2006). The change of land use was obtained with the land use classification from lansat image 7, 2004, 2007, 2010, and 2013. Model validation was analyzed by levels of conformity between flow rate as output result with flow rate as field observations result. To know the sensitivity of every land cover, the analysis of hydrology indicators on the sub watershed Keduang. The analysis of land cover effect to watershed characteristic was done with using several scenarios of forest function covering area. The scenarios which have been made for sub watershed Keduang were 20 forest function covering area scenarios which is 0%-100% from forest area. From the result of scenario simulation, it is obtained the flow rate value for each scenario, and then it is choose the best rate flow.

This research result shows that the simulation result of Genriver model had close relationship with flow rate measurement result in the field, so that the model can be used in forecasting the changes of the hydrological characteristics as resulting from a change of land cover. An increase in forests land area and the mixture garden in the watershed give a positive influence on hydrology characteristics. Increased of settlement land use had the highest sensitivity compared with the other land use against the hydrology characteristic of the sub watershed Keduang. So that the activities of forest function revitalization in a residential area for example by planting trees around lawns and creating absorbing wells were highly recommended.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufik dan hidayah-NYA sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ANALISIS SENSITIVAS PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN TERHADAP KARAKTERISTIK HIDROLOGI DAS: Aplikasi Model Genriver untuk Optimalisasi Tata Guna Lahan dalam Menjamin Kesehatan Hidrologi Sub DAS Keduang Kabupaten Wonogiri”. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terkait.

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada:

1. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan dan doa yang tak pernah putus dan selalu memberi semangat.
2. Ir Widiyanto, M.Sc selaku dosen pembimbing utama, Ir. Didik Suprayogo, M.Sc.PhD sebagai dosen pendamping serta Ir Gunardjo Tjakrawarsa, M.Sc sebagai pembimbing lapang atas segala bimbingan, nasehat serta kesabarannya kepada penulis.
3. Prof Zainal Kusuma selaku ketua jurusan Manajemen Sumber Daya Lahan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
4. Mbak Iva yang selalu sabar menjawab pertanyaan walaupun sedang lelah, terimakasih banyak atas bimbingannya selama ini
5. Tommy dan Ceca yang selalu saya reportkan dengan ArGis dan PCI, Mbak Grace teman satu perjuangan. Teman-teman Relios 2010 yang tidak bisa saya sebut satu per satu (Nana, Prisma, Endah, Fitri, Ftria, Kiky, dll).
6. Teman seperjuangan dari kampung Dwi, Husnul dan Maris yang sudah seperti saudara.

Demikian skripsi ini telah kami susun, saya mengharapkan kepada semua pihak untuk memberikan saran dan kritik guna menyempurnakan penyusunan laporan nantinya, dan semoga laporan nanti dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, November 2014

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Temanggung pada tanggal 02 September 1990 sebagai putri pertama dari dua bersaudara dari Bapak Munjaeni dan Ibu Waliyem.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Kembang Sari 1 Kandangan Temanggung pada tahun 1997 hingga tahun 2003, kemudian melanjutkan ke SMP N 1 Kandangan Temanggung pada tahun 2003 hingga tahun 2006. Setelah itu melanjutkan pendidikan tingkat atas pada SMK N 1 (STM Pembangunan) Temanggung pada tahun 2006 hingga tahun 2010. Pada tahun 2010 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata 1 Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang Jawa Timur melalui jalur Bidik Misi.

Selama menjadi mahasiswa penulis cukup aktif dalam keorganisasian yang meliputi EM (Eksekutif Mahasiswa) Universitas Brawijaya periode 2011-2012, serta pengurus Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah (HMIT) periode 2013-2014. Penulis juga pernah menjadi pemakalah dalam Seminar Nasional Pengelolaan DAS Terpadu Untuk Kesejahteraan Masyarakat pada September 2013 di Universitas Brawijaya. Selain keorganisasian penulis pernah menjadi asisten praktikum beberapa mata kuliah diantaranya: Dasar Ilmu Tanah tahun 2011-2014, Pertanian Berlanjut tahun 2014, Teknologi Pupuk dan Pemupukan tahun 2012, Agroforestry tahun 2014 dan lain-lain. Untuk kepanitiaan penulis pernah menjadi panitia POSTER tahun 2012, panitia Sehari Seni tahun 2012, panitia Rantai tahun 2012, panitia GATRKSI tahun 2013 dll.



DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	4
1.3 Hipotesis.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Derah Aliran Sungai (DAS)	6
2.2. Penggunaan lahan.....	8
2.3. Sistem Hidrologi pada Daerah Aliran Sungai (DAS)	9
2.4 Model Genriver	12
III METODE PENELITIAN	14
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	14
3.2 Peralatan dan Bahan	14
3.2.1 Pengujian Awal dan Analisa Penggunaan Lahan	14
3.2.2 Permodelan Genriver	14
3.3 .Metode.....	14
3.3.1 Pengujian Model GenRiver (validasi model)	14
3.3.2 Analisis Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan terhadap Debit	15
3.3.3 Pembuatan Skenario Tutupan Lahan Hutan	16
3.3.4. Running Skenario	17
3.4 Analisis Data	17
IV KONDISI UMUM WILAYAH.....	18
4.1 Lokasi Penelitian	18
4.2 Tanah Sub DAS Keduang	19
4.3 Curah Hujan Sub DAS Keduang.....	21
4.4 Debit Sungai Sub DAS Keduang	21
4.5 Penggunaan Lahan Sub DAS Keduang.....	22

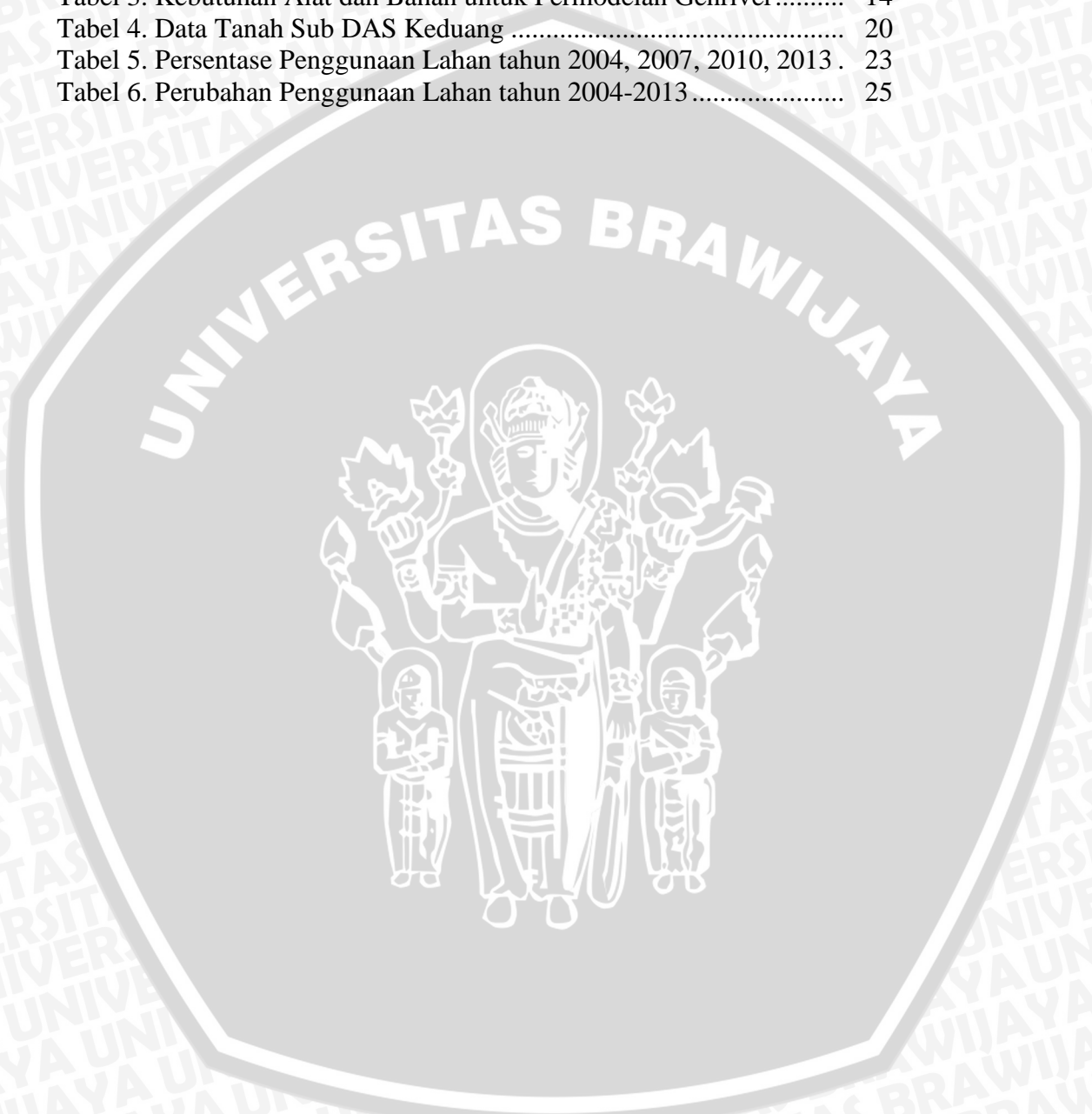


V. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
5.1 Perubahan Penggunaan Lahan.....	25
5.2 Hubungan Nilai Curah Hujan dengan Debit	27
5.3 Hubungan Penggunaan Lahan dengan Nilai Debit	28
5.4 Nilai Indikator Hidrologi (sensitivitas penggunaan lahan)	28
5.5 Validasi Model	36
5.6 Nilai Debit Hasil Simulasi Skenario.....	38
5.6.1 Indikator Hidrologi	38
5.6.2 Debit Total	43
5.6.3 Debit bulan basah dan bulan kering.....	47
VI PENUTUP	49
6.1 Kesimpulan.....	49
6.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	54



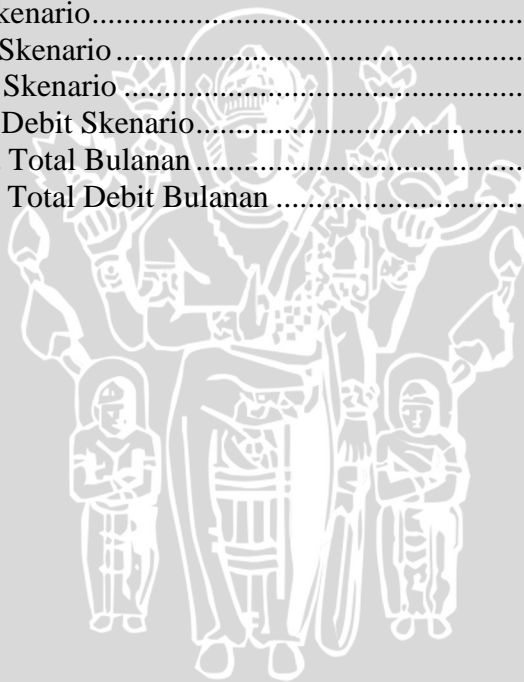
DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Indikator hidrologi	7
Tabel 2. Kebutuhan Alat dan Bahan untuk Pengujian Awal	14
Tabel 3. Kebutuhan Alat dan Bahan untuk Permodelan Genriver	14
Tabel 4. Data Tanah Sub DAS Keduang	20
Tabel 5. Persentase Penggunaan Lahan tahun 2004, 2007, 2010, 2013 .	23
Tabel 6. Perubahan Penggunaan Lahan tahun 2004-2013	25



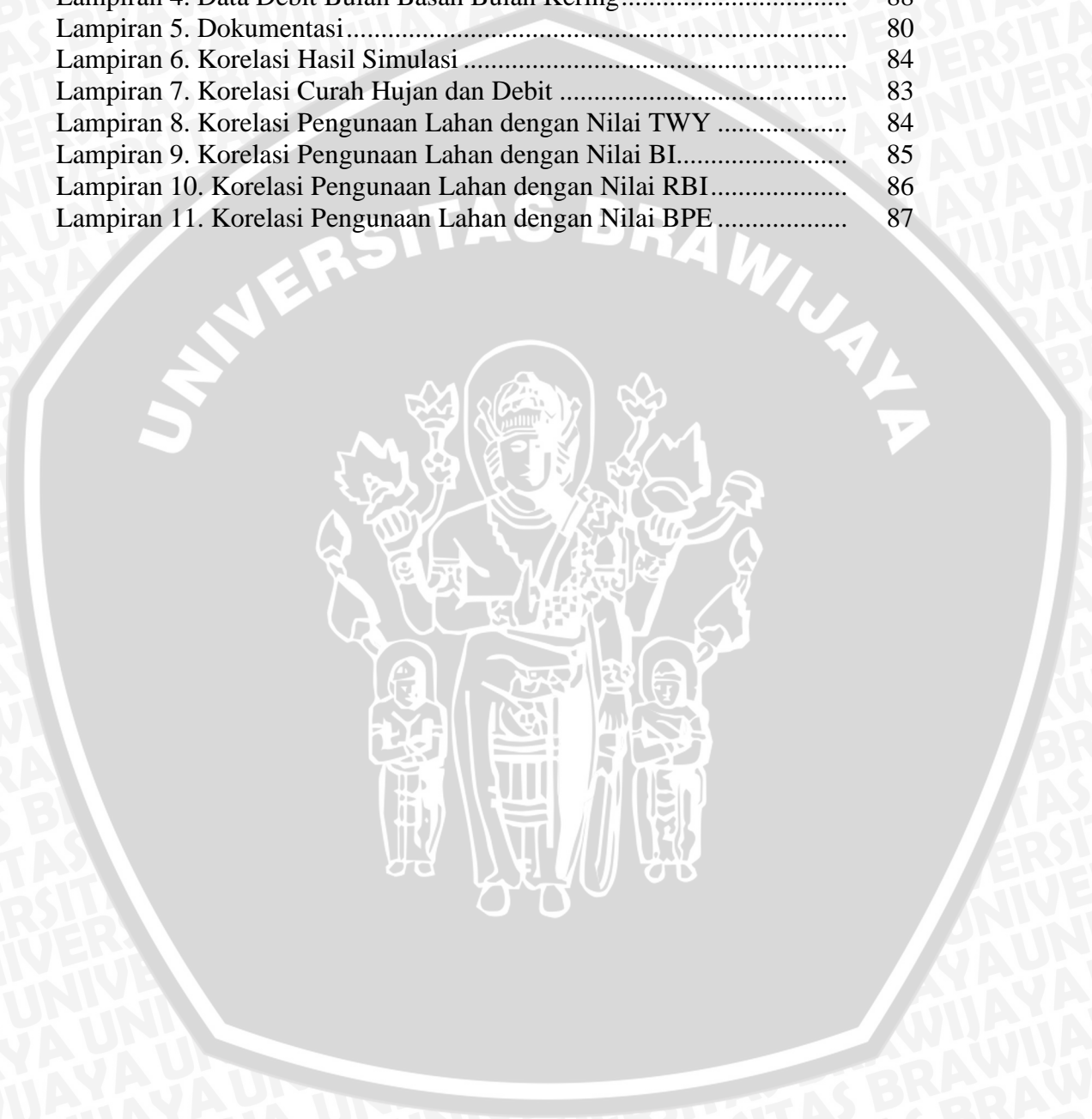
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Kerangka Pemikiran Penelitian.....	3
Gambar 2. Hipotesis Tutupan Hutan.....	4
Gambar 3. Peta Administrasi Sub DAS Keduang.....	19
Gambar 4. Jumlah Curah Hujan Tahunan.....	21
Gambar 5. Jumlah Debit Tahunan	22
Gambar 6. Penggunaan lahan tahun 2004, 2007, 2010 dan 2013.....	23
Gambar 7. Presentase Perubahan Penggunaan Lahan tahun 2004-2013	25
Gambar 8. Hubungan Curah Hujan dengan Debit	27
Gambar 9. Hubungan Nilai TWY dengan Penggunaan Lahan.....	29
Gambar 10. Hubungan Nilai BI dengan Penggunaan Lahan	31
Gambar 11. Hubungan Nilai RBI dengan Penggunaan Lahan	33
Gambar 12. Hubungan Nilai BPE dengan Penggunaan Lahan.....	35
Gambar 13. Hubungan Debit Simulasi dengan Debit Pengamatan	37
Gambar 14. Nilai TWY Skenario.....	38
Gambar 15. Nilai BI Skenario.....	40
Gambar 16. Nilai RBI Skenario	41
Gambar 17. Nilai BPE Skenario	42
Gambar 18. Nilai total Debit Skenario.....	43
Gambar 19. Nilai debit Total Bulanan.....	44
Gambar 20. Perubahan Total Debit Bulanan	46



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Curah Hujan	54
Lampiran 2. Data Debit.....	65
Lampiran 3. Peta penggunaan lahan	76
Lampiran 4. Data Debit Bulan Basah Bulan Kering.....	88
Lampiran 5. Dokumentasi.....	80
Lampiran 6. Korelasi Hasil Simulasi	84
Lampiran 7. Korelasi Curah Hujan dan Debit	83
Lampiran 8. Korelasi Penggunaan Lahan dengan Nilai TWY	84
Lampiran 9. Korelasi Penggunaan Lahan dengan Nilai BI.....	85
Lampiran 10. Korelasi Penggunaan Lahan dengan Nilai RBI.....	86
Lampiran 11. Korelasi Penggunaan Lahan dengan Nilai BPE	87



I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan penduduk saat ini sangat pesat, terlihat dari penambahan jumlah penduduk maupun pertumbuhan ekonomi penduduk. Berdasarkan data BPS Kabupaten Wonogiri Jumlah penduduk mencapai 246.865 pada tahun 1996 dan 262.166 pada tahun 2006, peningkatan yang cukup signifikan dengan jumlah peningkatan kurang lebih 2.000 jiwa per tahun (BPS Kabupaten Wonogiri dalam Widianingsih, 2008). Jumlah penduduk yang semakin meningkat mengakibatkan kebutuhan akan pangan, sandang dan papanpun akan semakin meningkat, sedangkan jumlah sumber daya alam yang ada tetap. Untuk memenuhi kebutuhan yang semakin meningkat masyarakat sering melakukan tindakan perluasan lahan, baik untuk pertanian atau non pertanian. Perluasan lahan yang dilakukan biasanya dengan merambah atau mengalihfungsikan lahan hutan menjadi penggunaan lain, misalnya untuk pertanian maupun pemukiman. Menurut Verbist *et al.* (2004), penggunaan lahan berubah dengan pesat di Asia Tenggara, dari hutan menjadi sistem dengan tutupan berbagai jenis pepohonan.

Alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian maupun permukiman dapat menurunkan fungsi hutan sebagai pengendali hidrologi sungai. Kegiatan yang ada di hulu sungai akan berdampak pada kondisi aliran air, baik itu kualitas maupun kuantitas. Oleh karena itu, pencemaran daerah hulu sering kali menjadi fokus perencanaan untuk pengelolaan DAS (Asdak, 2007).

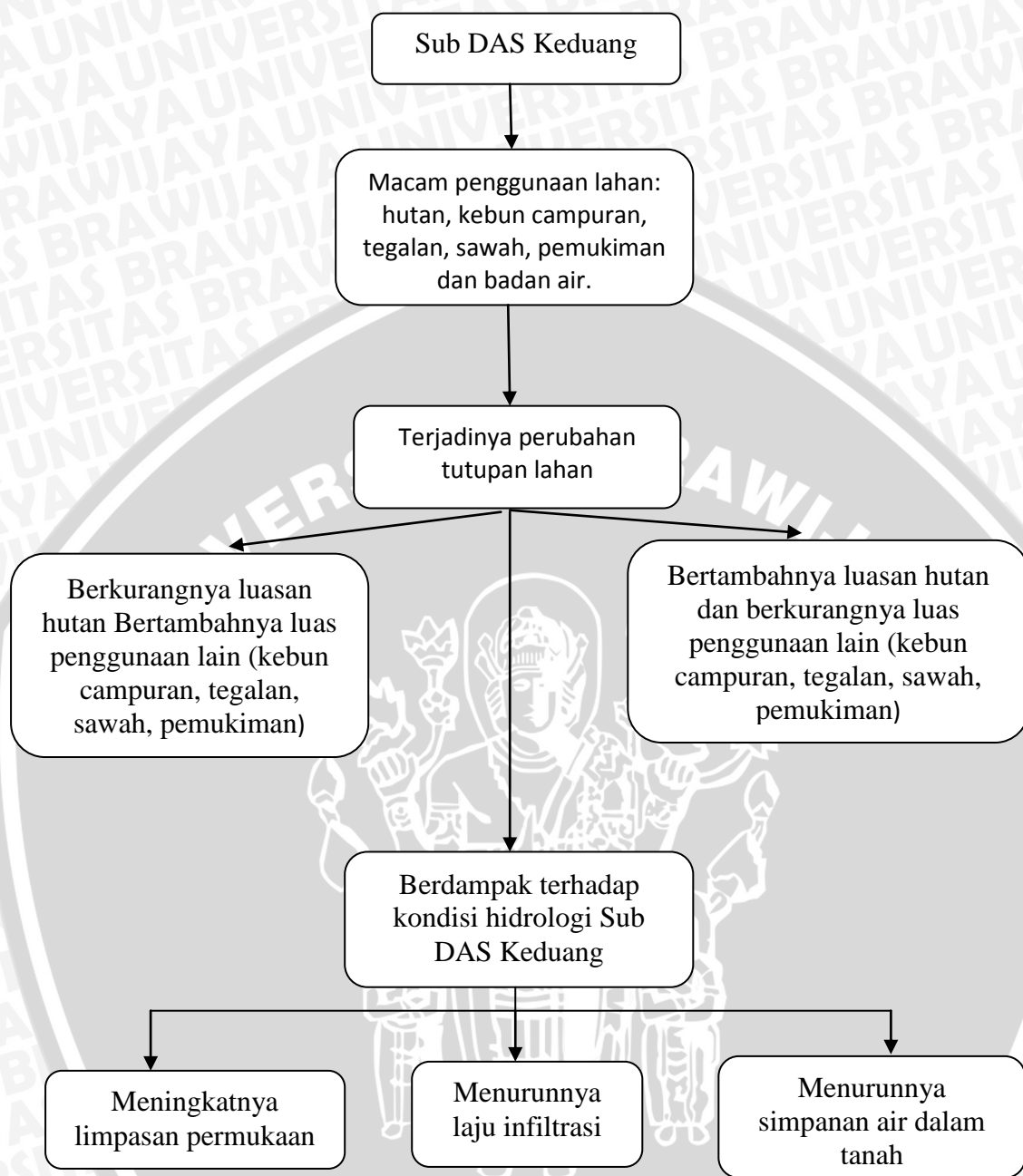
Adanya alihguna lahan hutan ini mengakibatkan air hujan yang turun dengan intensitas yang sama sebagian besar tidak akan terserap kedalam tanah dan menjadi limpasan permukaan. Limpasan permukaan atau yang sering disebut *run off* sering membawa partikel-partikel tanah di dalamnya, sehingga jika limpasan permukaan yang terjadi besar maka partikel tanah yang dibawahpun akan semakin banyak. Semakin meningkat limpasan permukaan semakin cepat pula tanah lapisan atas terkikis. Semakin banyaknya limpasan permukaan, maka debit sungai akan semakin meningkat dan air yang tersimpan akan semakin sedikit. Jayadi (2000) mengatakan bahwa perubahan tata guna lahan daerah aliran sungai (DAS) memberikan pengaruh cukup besar terhadap debit banjir. Selain berpengaruh pada

debit aliran, perubahan tutupan lahan juga mempengaruhi sedimentasi yang ada pada sungai.

Untuk dapat mengetahui pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap kondisi neraca air (kondisi hidrologi), dapat dilakukan dengan menggunakan suatu permodelan, salah satunya yaitu Model Genriver. Analisis menggunakan Genriver memberikan gambaran awal kondisi neraca air pada suatu daerah aliran sungai akibat adanya perubahan tutupan lahan. Analisa ini menggunakan data-data dari tahun sebelumnya sebagai input dari model dan didapatkan hasil atau output nilai neraca air. Dari permodelan tersebut dapat diprediksikan nilai debit dengan berbagai penggunaan, sehingga dapat melihat seberapa besar perubahan debit akibat adanya perubahan penggunaan lahan.

Sub DAS Keduang merupakan bagian hulu DAS Bengawan Solo, dengan luas 42.2606,611 Ha yang secara administrasi masuk ke dalam Kabupaten Wonogiri. Secara geografis Sub DAS Keduang terletak pada $7^{\circ}42'27.16''$ - $7^{\circ}55'35.51''$ LS dan $110^{\circ}59'29.29''$ - $111^{\circ}13'30.00''$ BT. Sub DAS Keduang termasuk dalam kelompok DAS dengan curah hujan tahunan yang tinggi yaitu 5.404 mm/tahun, dengan jumlah hari hujan 164 hari (Tjakrawarsa dan Pramono. 2011). Sub DAS Keduang adalah Sub DAS terluas diantara enam Sub DAS yaitu DAS Wuryantoro, DAS Alang, DAS Temon, DAS Keduang, DAS Wirototo, dan DAS Solo hulu yang menjadi daerah tangkapan air (DTA) Waduk Gajah Mungkur. DAS Keduang adalah penyumbang sedimentasi terbesar kepada Waduk Gajah Mungkur, hal tersebut membuktikan bahwa kondisi Sub DAS Kedung yang kurang baik.

Kondisi penggunaan lahan dan perubahan-perubahan yang terjadi pada Sub DAS Keduang serta akibat yang ditimbulkan dengan adanya perubahan penggunaan lahan akan dirangkum dalam sebuah kerangka pikir yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran Penelitian

1.2 Tujuan

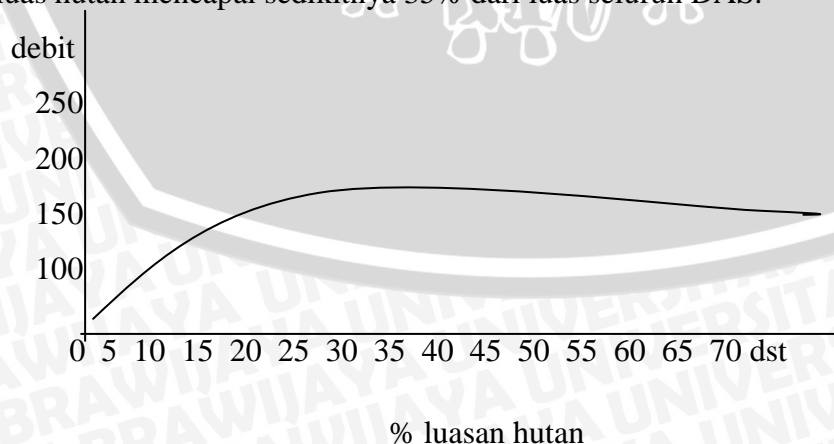
Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui besarnya pengaruh perubahan setiap macam tutupan lahan (hutan, kebun campuran, sawah, tegalan, pemukiman dan hutan+kebun campuran) terhadap indikator hidrologi Sub DAS Keduang (sensitivitas penggunaan lahan)
2. Mengetahui berapa luas tutupan hutan minimum dalam Sub DAS Keduang yang paling baik/optimal pengaruhnya terhadap hidrologi DAS ditinjau dari beberapa indikator hidrologi DAS.

1.3 Hipotesis

Adapun hipotesis dalam penelitian ini adalah:

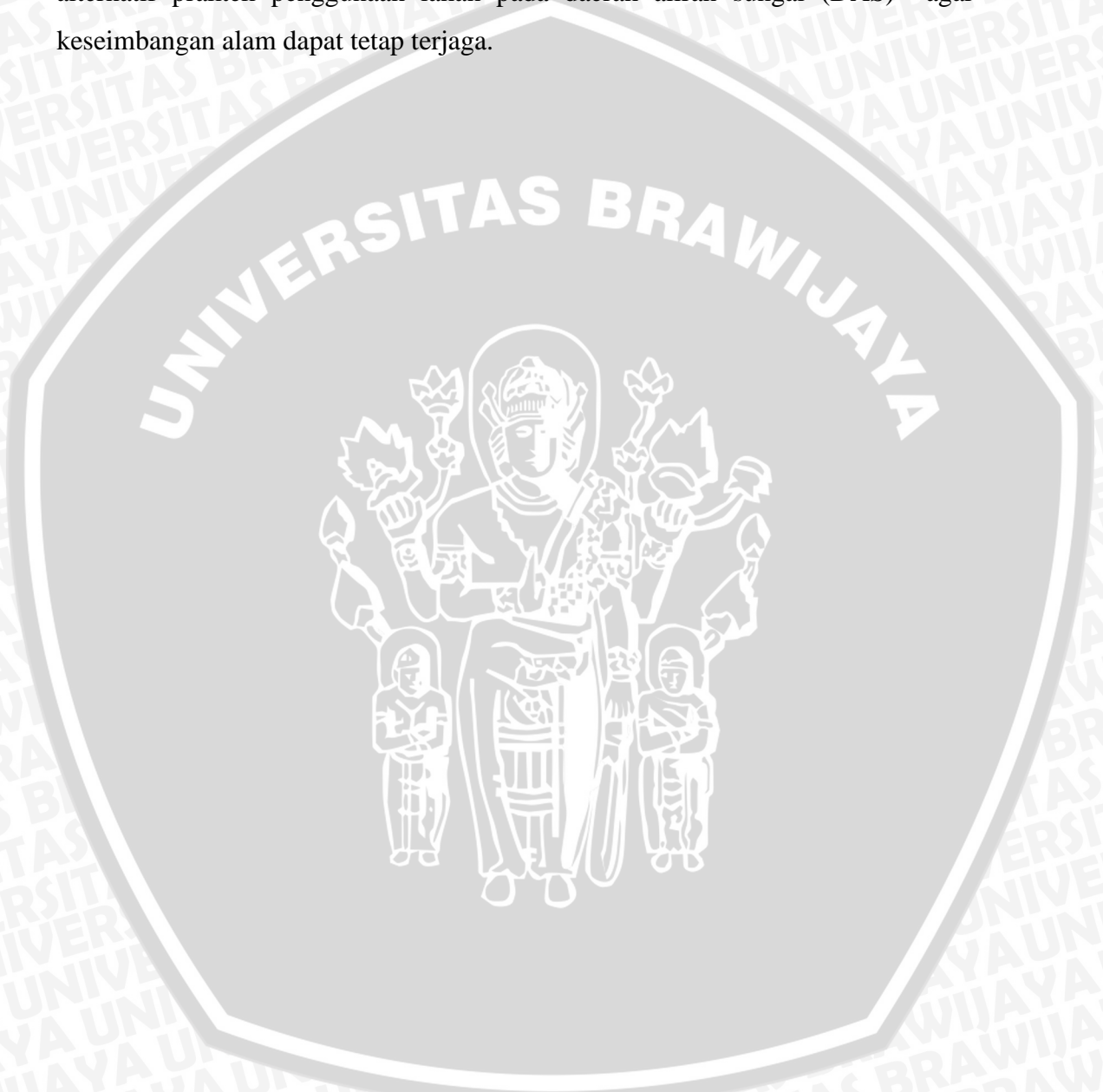
1. Masing-masing penggunaan lahan memiliki tingkat sensitivitas yang berbeda-beda dilihat dari indikator hidrologi yang dipilih, hutan dan pemukiman merupakan penggunaan lahan yang paling sensitif.
2. Luas tutupan hutan minimum 30% luas DAS berdasarkan UU No 26/2007 dalam sebuah daerah aliran sungai merupakan tutupan hutan yang paling baik agar debit lebih stabil. Semakin luas hutan dalam Sub DAS Keduang, maka kondisi hidrologi DAS tersebut akan semakin baik ditinjau dari berbagai indikator hidrologi DAS. Kondisi hidrologi DAS tidak meningkat lagi setelah luas hutan mencapai sedikitnya 35% dari luas seluruh DAS.



Gambar 2. Hipotesis Tutupan Hutan

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap neraca air yang ada pada daerah aliran sungai, sehingga dapat dijadikan sebagai pertimbangan dalam melakukan beberapa alternatif praktek penggunaan lahan pada daerah aliran sungai (DAS) agar keseimbangan alam dapat tetap terjaga.



II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Derah Aliran Sungai (DAS)

Menurut Asdak (2007), ekosistem pada daerah aliran sungai (DAS) terdiri atas empat komponen utama, yaitu desa, sawah/ladang, sungai dan hutan, antara keempat komponen tersebut saling berinteraksi timbal balik. Komponen komponen yang menyusun DAS berbeda tergantung pada keadaan daerah setempat.

Faktor karakteristik DAS yang berpengaruh besar pada aliran permukaan yaitu (Dewajati, 2003) :

1. Luas dan bentuk DAS, laju dan volume aliran permukaan makin bertambah besar dengan bertambahnya luas DAS. Hal ini berkaitan dengan waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke titik kontrol dan juga penyebaran atau intensitas hujan. Bentuk DAS memanjang dan sempit cenderung menghasilkan laju aliran permukaan yang lebih kecil dibandingkan dengan DAS yang berbentuk melebar atau melingkar.
2. Topografi, yaitu seperti kemiringan lahan, keadaan dan kerapatan drainase dan /atau saluran, dan bentuk-bentuk cekungan lainnya mempunyai pengaruh pada laju dan volume aliran permukaan. DAS dengan kemiringan curam disertai drainase yang rapat akan menghasilkan laju dan volume aliran permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan DAS yang landai dengan parit yang jarang dan adanya cekungan.
3. Tata Guna Lahan, yaitu pengaruh tata guna lahan pada aliran permukaan dinyatakan dalam koefisien aliran permukaan.

Fungsi DAS merupakan fungsi gabungan yang dilakukan oleh seluruh faktor yang ada pada DAS tersebut, yaitu vegetasi, bentuk wilayah (topografi), tanah, air, dan manusia. Aktifitas dalam DAS yang menyebabkan perubahan ekosistem, misalnya perubahan tata guna lahan, khususnya di daerah hulu dapat memberikan dampak pada daerah hilir berupa perubahan fluktuasi debit air dan kandungan sedimen serta materi lainnya (Widyaningsih. 2008).

Kriteria dan indikator kuantitatif diperlukan dalam mempelajari fungsi hidrologi DAS. Kriteria dan indikator yang ditetapkan berdasarkan pemahaman kuantitatif hujan yang terbagi menjadi evapotranspirasi, aliran sungai dan

perubahan penutupan serta pola penggunaan lahan sesuai dengan karakteristik lokal. Fluktuasi debit sungai dan curah hujan dijadikan parameter utama untuk menilai indikator penyangga (buffering indicator) akibat alih guna lahan. Indikator fungsi DAS ini berkaitan dengan aliran air setelah turunnya hujan. Dalam analisis ini akan dilihat bagaimana hubungan antara penutupan lahan dengan variasi hujan dari tahun ke tahun (Farida dan Maine van Noordwijk, 2003). Menurut Lusiana *et al.* 2008 indikatr hidrologi meliputi:

Tabel 1. Indikator Hidrologi

Indikator	Keterangan
1. Transmisi air	Total debit sungai per unit hujan (TWY)
2. Penyangga pada puncak kejadian hujan	a. Buffering indicator (BI). Indikator penyangga b. Relative buffering indicator (RBI). Indikator penyangga terhadap total debit c. Buffering peak event (BPE) Indikator penyangga puncak kejadian hujan d. Total maksimum debit terhadap rata-rata curah hujan bulanan e. Total aliran air permukaan (surface quick flow ²) terhadap debit total f. Total aliran air tanah (soil quick flow ³) terhadap debit total
3. Pelepasan air secara bertahap	a. Total minimum debit terhadap rata-rata curah hujan bulanan b. Total aliran lambat (slow flow ⁴) total debit

Indikator hidrologi dapat dihitung menggunakan rumus (van Noordwijk *et al.* 2011) adalah sebagai berikut:

$$TWY = \frac{Q}{A \times P}$$

$$BI = 1 - \frac{Q_{obs-avg}}{A \times P_{obs-avg}}$$

$$RBI = 1 - \left(\frac{P_{mean}}{Q_{mean}} \times \frac{Q_{obs-avg}}{P_{obs-avg}} \right)$$

$$\text{BPE} = 1 - \frac{\max(\text{daily } Q - Q \text{ mean})}{\max(\text{daily } P - P \text{ mean})}$$

Keterangan:

Q = debit

P = hujan

Q mean = debit rata-rata

P mean = hujan rata-rata

Q_{obs-avg} = debit harian dikurangi debit rata-rata

P_{obs-avg} = hujan harian dikurangi hujan rata-rata

2.2. Penggunaan lahan

Menurut Haikal (2004) dalam Widianingsih (2008), berbagai tipe penggunaan lahan dijumpai di permukaan bumi, masing-masing tipe kekhususan tersendiri. Tipe penggunaan lahan secara umum meliputi pemukiman, kawasan budidaya pertanian, padang penggembalaan, kawasan rekreasi dan sebagainya.

Alih guna lahan adalah bertambahnya suatu penggunaan lahan dari satu sisi penggunaan ke penggunaan yang lainnya diikuti dengan berkurangnya tipe penggunaan lahan yang lain dari suatu waktu ke waktu berikutnya, atau berubahnya fungsi suatu lahan pada kurun waktu yang berbeda (Wahyunto *et al.* 2001).

Adanya perubahan penggunaan lahan akan berpengaruh terhadap kondisi DAS, menurut Hidayat *et al.* (2007), konversi hutan menjadi lahan pertanian menyebabkan peningkatan aliran permukaan dan peningkatan erosi tanah. Perambahan hutan menyebabkan sebagian besar suplai bahan organik berpindah dan menurun. Keterbukaan lahan akibat perambahan yang tidak terkendali menyebabkan kation basa atau unsur hara esensial seperti Ca, Mg hilang tercuci oleh air hujan dan erosi tanah. Dijelaskan pula oleh Widiyanto *et al.* (2003) bahwa penebangan pohon serentak secara legal atau ilegal, akibatnya sama saja, yaitu terbukanya permukaan tanah pada saat yang sama. Pada musim kemarau terik sinar matahari mengenai tanah secara langsung, akibatnya terjadi percepatan reaksi kimia dan biologi, salah satunya adalah penguraian bahan organik tanah (dekomposisi). Sebaliknya air hujan yang jatuh selama musim penghujan tidak

ada yang menghalangi sehingga memukul tanah secara langsung, berakibat pada pecahnya agregat tanah, meningkatnya aliran air di permukaan dan sekaligus mengangkut partikel tanah dan bahan-bahan lain termasuk bahan organik (erosi).

Selain pengaruhnya terhadap kondisi tanah, adanya perubahan penggunaan lahan berpengaruh terhadap kondisi sungai, seperti yang dijelaskan oleh Pawitan (2012), bahwa perkembangan penggunaan lahan di sejumlah daerah aliran sungai di Indonesia dalam tiga dasawarsa terakhir ini telah member dampak berupa peningkatan frekuensi debit dan volume banjir yang telah menggenangi wilayah pemukiman dan infrastruktur umum yang mengakibatkan kerusakan dan kerugian material maupun non material.

Perubahan tutupan lahan secara signifikan dapat mempengaruhi fungsi DAS melalui: (Van Noordwijk *et al.* 2011).

- a . Perubahan fraksi curah hujan yang mencapai permukaan tanah tersebut,
- b . Jalur selanjutnya air mengalir di atas dan melalui tanah yang terkait dengan permukaan dan struktur bawah permukaan tanah, kekasaran permukaan dan drainase lanskap,
- c . Tingkat penggunaan air oleh tanaman.

2.3. Sistem Hidrologi pada Daerah Aliran Sungai (DAS)

Dalam hubungannya dengan sistem hidrologi, DAS mempunyai karakteristik yang spesifik serta berkaitan erat dengan unsur utamanya seperti jenis tanah, tataguna lahan, topografi, kemiringan dan panjang lereng. Karakteristik biofisik DAS tersebut dalam merespon curah hujan yang jatuh di dalam wilayah DAS tersebut dapat memberikan pengaruh terhadap besar kecilnya evapotranspirasi, infiltrasi, perkolasi, aliran permukaan, kandungan air tanah, dan aliran sungai. Diantara faktor-faktor yang berperan dalam menentukan sistem hidrologi tersebut di atas, faktor tataguna lahan dan kemiringan dan panjang lereng dapat direayasa oleh manusia (Asdak, 2007).

Menurut Suripin (2004) faktor-faktor yang mempengaruhi limpasan dibagi dalam 2 kelompok, yaitu faktor meteorologi dan karakteristik daerah tangkapan atau daerah aliran sungai (DAS).

1. Faktor Meteorologi

a. Intensitas curah hujan

Pengaruh intensitas curah hujan pada limpasan permukaan tergantung dari kapasitas infiltrasi. Jika intensitas curah hujan melampaui kapasitas infiltrasi, maka besarnya limpasan akan segera meningkat sesuai dengan peningkatan intensitas curah hujan. Akan tetapi, besarnya peningkatan curah hujan lebih yang disebabkan oleh efek penggenangan di permukaan tanah. Intensitas hujan berpengaruh pada debit maupun volume limpasan.

b. Durasi hujan

Di setiap daerah aliran mempunyai satuan durasi hujan atau lama hujan kritis. Jika lamanya curah hujan itu kurang dari lamanya hujan kritis, maka lamanya limpasan permukaan ini juga menjadi lebih panjang.

c. Distribusi curah hujan

Jika kondisi-kondisi seperti topografi, tanah, dan lain-lain diseluruh daerah pengaliran itu sama dan seumpamanya jumlah curah hujan itu sama, maka curah hujan yang didistribusikan merata yang mengakibatkan debit puncak yang minimum.

2. Karakteristik DAS

a. Luas dan Bentuk DAS

Laju dan volume aliran permukaan makin bertambah besar dengan bertambahnya luas DAS. tetapi, apabila aliran permukaan tidak dinyatakan sebagai jumlah total dari DAS, melainkan sebagai laju dan volume per satuan luas, besarnya akan berkurang dengan bertambahnya luas DAS. ini berkaitan dengan waktu yang diperlukan air untuk mengalir dari titik terjauh sampai titik control (waktu konsentrasi) dan juga intensitas hujan. Bentuk DAS mempunyai pengaruh pada pola aliran pada sungai.

b. Topografi

Tampaknya rupa muka bumi atau topografi seperti kemiringan lahan, keadaan dan kerapatan parit dan/atau saluran, dan bentuk-bentuk cekungan lainnya mempunyai pengaruh pada laju dan volume aliran permukaan.

c. Tata guna lahan

Pengaruh tata guna lahan pada aliran permukaan dinyatakan dalam koefisien aliran permukaan (C), yaitu bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya aliran permukaan dan besarnya curah hujan.

Situasi hidrologi DAS dinilai dari parameter kriteria dan indikator dari penyebaran air (debit sungai per unit curah hujan), kapasitas penyangga (hubungan antara debit sungai puncak dengan curah hujan puncak dihubungkan dengan resiko terjadinya banjir), dan pelepasan air bawah tanah secara bertahap saat musim kering berdasarkan resapan dimusim hujan (Isa. 2004)

Menurut Wibowo (2005) debit air sungai tergantung pada curah hujan dan kualitas runag hidrologi. Keterkaitan tersebut dapat diekspresikan dengan persamaan

$$Q = C(PA) + b$$

Term1 term2

Dimana

Q = debit air permukaan

b = aliran dasar

C = koefisien kualitas ruang ($0 \leq C \leq 1$)

P = curah hujan

A = luas daerah tangkapan air

Term1 = komponen limpasan langsung (*direct run off*)

Term2 = komponen aliran dasar (*base flow*)

Hasil penelitian jangka panjang dan dilakukan di seluruh dunia menunjukkan bahwa jumlah aliran air meningkat apabila (Bosch dan Hewlett, 1982) dalam Asdak (2007)

1. Hutan ditebang atau dikurangi dalam jumlah cukup besar.
2. Jenis vegetasi diubah dari tanaman yang berakar dalam menjadi tanaman berakar dangkal.
3. Vegetasi penutup tanah diganti dari tanaman dengan kapasitas intersepsi tinggi ke tanaman dengan tingkat intersepsi yang lebih rendah.

Air yang diserap tanaman adalah air yang berada dalam pori-pori tanah di lapisan perakaran. Aliran air masuk dan keluar lapisan perakaran ini dinamakan

siklus air tumbuhan. Macam penggunaan lahan atau jenis dan susunan tanaman yang tumbuh di tanah dapat mempengaruhi siklus dan kesetimbangan air pada siklus tersebut. Sebaliknya siklus dan kesetimbangan air dalam sistem ini pada gilirannya juga mempengaruhi kompetisi antara komponen tanaman yang ada (Suprayogo *et al.* 2002)

Faktor lain yang berpengaruh terhadap besarnya perubahan air adalah tanah, iklim, dan presentase luas DAS. Semakin besar perubahan tata guna lahan, misalnya perubahan dari hutan menjadi ladang pertanian, semakin besar pula perubahan yang terjadi pada air larian. Dalam laporan-laporan teknis, debit aliran biasanya ditunjukkan dalam bentuk hidrograf aliran. Hidrograf aliran adalah suatu perilaku debit sebagai respon adanya perubahan karakteristik biofisik yang berlangsung dalam suatu DAS (oleh adanya kegiatan pengelolaan DAS) dan/atau adanya perubahan (fluktuasi musiman atau tahunan) iklim lokal (Asdak, 2007).

2.4 Model Genriver

Model hidrologi adalah sebuah sajian sederhana dari sebuah sistem hidrologi yang kompleks (Sri Harto, 1993) menurut Dooge (1968), Clarke (1973), Nemec (1973), membagi model kedalam :

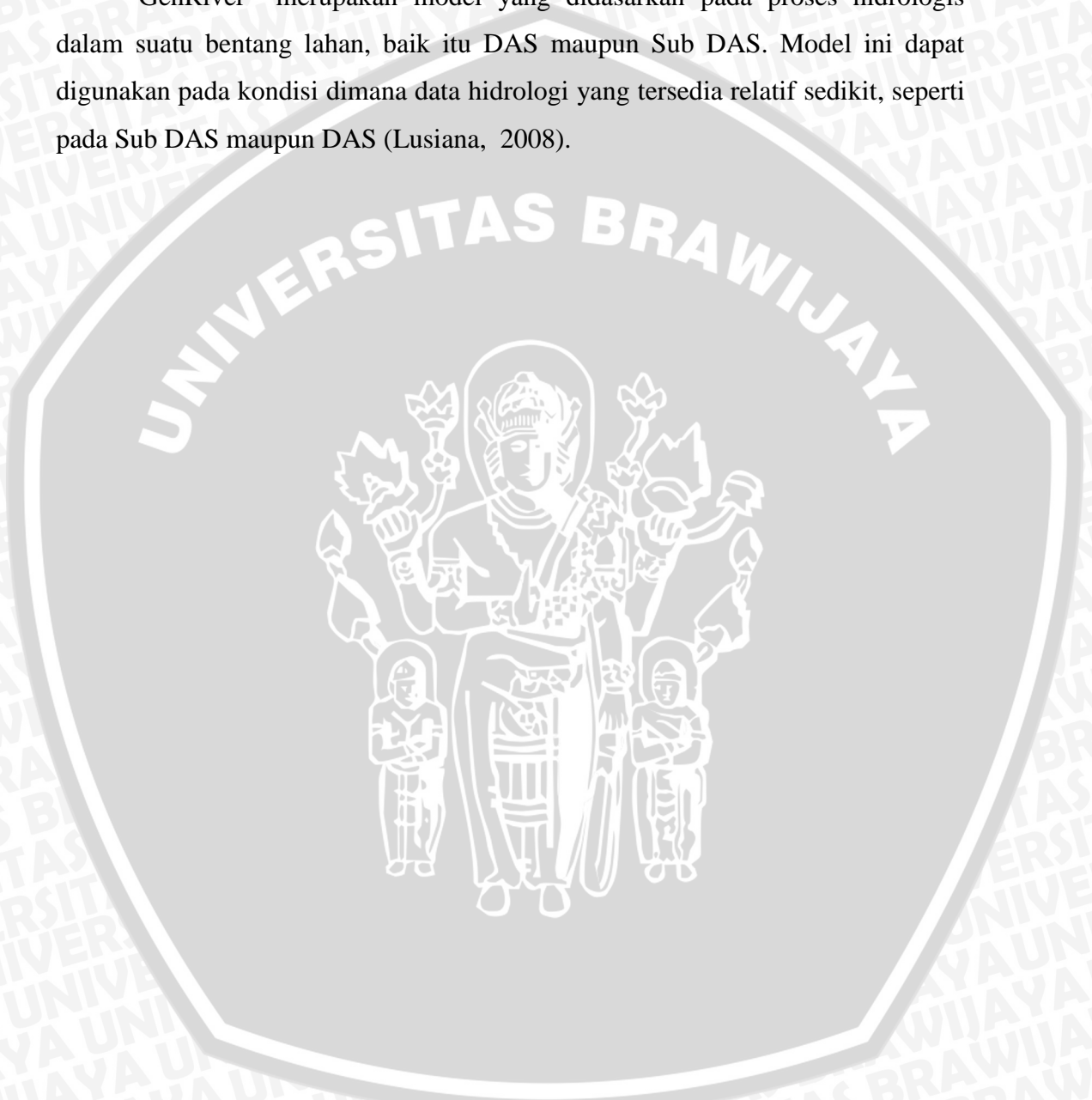
1. Model fisik yaitu model yang dibuat dengan skala tertentu untuk menirukan prototipnya.
2. Model analog, yaitu model yang menggunakan rangkaian resistor-kapasitor untuk menyelesaikan persamaan hidrologi.
3. Model matematik, yaitu model yang menyajikan sistem dalam rangkaian persamaan yang menghubungkan antara variabel dan parameter.

Model simulasi GenRiver ditulis dengan menggunakan bahasa pemrograman Stella versi 5.11. Program Stella merupakan bahasa pemrograman interpreter. Oleh karena itu program GenRiver bisa dijalankan setelah Stella dijalankan terlebih dahulu (Farida dan Van Noordjwik, 2003).

GenRiver adalah model generik pada aliran sungai sungai. Seperti biasa terjadi pada hidrologi, itu memulai pencatatan dengan curah hujan atau presipitasi (P) dan menelusuri aliran berikutnya dan penyimpanan dalam lanskap, yang dapat menyebabkan evapotranspirasi (E), aliran sungai (Q) atau perubahan penyimpanan. Genriver.xls diatur menjadi sembilan lembar, label "READ ME",

Data hujan, data arus sungai, *Sub catchinfo*, data tutupan lahan, keluaran, sifat tanah, link ke stella dan link ke stella 9. Dua lembar terakhir memberikan dua format alternatif untuk menghubungkan parameter input model *genriver.stm*, tergantung pada versi stella (Van Noordjwk *et al.* 2011).

GenRiver merupakan model yang didasarkan pada proses hidrologis dalam suatu bentang lahan, baik itu DAS maupun Sub DAS. Model ini dapat digunakan pada kondisi dimana data hidrologi yang tersedia relatif sedikit, seperti pada Sub DAS maupun DAS (Lusiana, 2008).



III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian yaitu Februari 2014 hingga Juni 2014, penelitian dilaksanakan pada Sub DAS Keduang Kabupaten Wonogiri. Sub DAS Keduang merupakan bagian dari DAS Bengawan Solo Hulu.

3.2 Peralatan dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan meliputi berbagai alat sesuai dengan kegiatan yang dilakukan. Adapun alat dan bahan yang digunakan meliputi:

3.2.1 Pengujian Awal dan Analisa Penggunaan Lahan

Table 2. kebutuhan alat dan bahan untuk analisis penggunaan lahan

Kegiatan	Alat	Bahan	
Pengujian awal	Software Argis	Citra lansat 7 tahun 2004	
	PCI Geomatika	Citra lansat 7 tahun 2007	
	Alat tulis menulis		Citra lansat 7 tahun 2010
			Citra lansat tahun 2012
			Peta batas DAS
			Peta SRTM jawa

3.2.2 Permodelan Genriver

Table 3. kebutuhan alat dan bahan untuk permodelan GenRiver

Kegiatan	Alat	Bahan	
Permodelan GemRiver	Komputer	Data penggunaan lahan	
	Software GenRiver	Data debit	
	Software Stella		Data sedimentasi
			Data evapotranspirasi
			Data curah hujan
			Data <i>subcatchment</i>

3.3 .Metode

Metode yang digunakan ialah permodelan dengan menggunakan software GenRiver (*Generic River*) versi 7 dan Stella versi 7.03 . GenRiver adalah sebuah software yang digunakan untuk mengetahui kondisi DAS yang dipengaruhi oleh perubahan penggunaan lahan. Metode yang dilaksanakan meliputi:

3.3.1 Pengujian Model GenRiver (validasi model)

Validasi model diperlukan untuk melihat apakah Model GenRiver dapat digunakan untuk melihat pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap debit

pada Sub DAS Keduang. Validasi ini dilakukan dengan membandingkan data hasil output model dengan data hasil pengamatan dilapangan. Untuk mendapatkan hasil output model diperlukan data input (data aktual) yang berupa: data curah hujan harian serta data *subcatchment* (jenis tanah dan penggunaan lahan) pada Sub DAS Keduang.

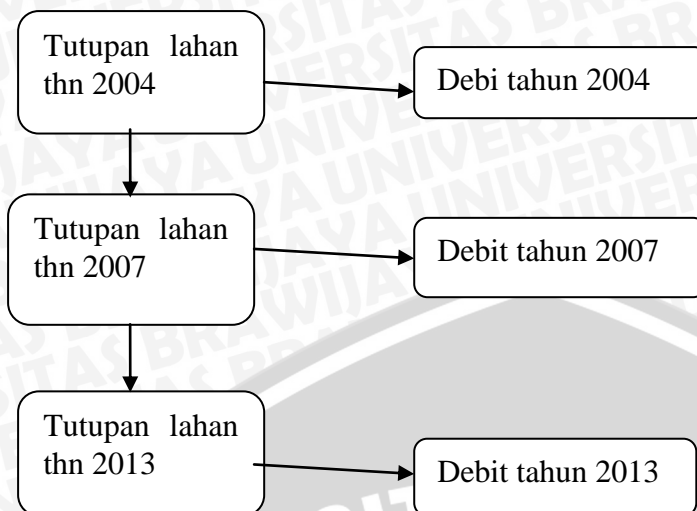
Data-data tersebut diambil dari data simpanan BPTKPDAS (Balai Penelitian Teknologi Kehutanan dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai) selama beberapa tahun serta berasal dari analisis penggunaan dari citra untuk data penggunaan lahan. Data yang dimaksud adalah data dari tahun 2003 hingga tahun 2013, penentuan tahun pengambilan data berdasarkan ketersediaan data serta ketersediaan citra. Data-data tersebut dibutuhkan sebagai data input untuk Model GenRiver, sehingga dapat dihasilkan output yang diinginkan. Untuk melihat hubungan antara data curah hujan dan dara debit yang diperoleh, maka dilakukan uji korelasi pada data tersebut.

Output yang diperoleh berupa debit sungai dibandingkan dengan data hasil pengamatan debit (data sekunder). Perbandingan hasil running model dengan data pengamatan dibuat bagan, sehingga dapat diketahui secara jelas perbedaannya (validasi model).

3.3.2 Analisis Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan terhadap Debit

Analisis penggunaan lahan dilakukan dengan mengklasifikasikan penggunaan lahan pada citra lansat, sehingga diketahui penggunaan lahan pada tahun-tahun yang diinginkan. Citra lansat yang digunakan yaitu tahun 2004, 2007, 2010 dan 2013. Dalam klasifikasi penggunaan lahan digunakan software PCI Geomatica v 9.0. Setelah diketahui penggunaan lahan dari masing-masing tahun yang diinginkan, dilakukan analisa penggunaan lahan, apakah dari tahun-tahun tersebut perubahan penggunaan lahan yang terjadi signifikan atau tidak. Selain jumlah perubahan penggunaan lahan dianalisis pula jenis perubahan yang terjadi.

Setelah diketahui perubahan penggunaan lahan, dianalisis pengaruhnya terhadap debit sungai.



3.3.3 Pembuatan Skenario Tutupan Lahan Hutan

Simulasi skenario ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh yang diberikan berbagai skenario tutupan hutan dengan beberapa proporsi yang berbeda-beda terhadap kondisi debit aliran. Skenario yang diberikan berdasarkan tren perubahan data yang terjadi (hasil analisis penggunaan lahan). Skenario dikembangkan dari kondisi lapangan serta kondisi sosial ekonomi masyarakat.

Skenario yang diajukan adalah sebagai berikut:

Perubahan luasan hutan dari keseluruhan luas Sub DAS

- Tutupan hutan 0% dari keseluruhan luas DAS.
- Tutupan hutan 5% dari keseluruhan luas DAS.
- Tutupan hutan 10% dari keseluruhan luas DAS.
- Tutupan hutan 15% dari keseluruhan luas DAS.
- Tutupan hutan 20% dari keseluruhan luas DAS.
- Tutupan hutan 25% dari keseluruhan luas DAS.
- Tutupan hutan 30% dari keseluruhan luas DAS.
- Tutupan hutan 35% dari keseluruhan luas DAS.
- Tutupan hutan 40% dari keseluruhan luas DAS.
- Tutupan hutan 45% dari keseluruhan luas DAS.
- Tutupan hutan 50% dari keseluruhan luas DAS.
- Tutupan hutan 55% dari keseluruhan luas DAS.
- Tutupan hutan 60% dari keseluruhan luas DAS.
- Tutupan hutan 65% dari keseluruhan luas DAS.

- Tutupan hutan 70% dari keseluruhan luas DAS.
- Tutupan hutan 75% dari keseluruhan luas DAS.
- Tutupan hutan 80% dari keseluruhan luas DAS.
- Tutupan hutan 85% dari keseluruhan luas DAS.
- Tutupan hutan 90% dari keseluruhan luas DAS.
- Tutupan hutan 95% dari keseluruhan luas DAS.
- Tutupan hutan 100% dari keseluruhan luas DAS.

3.3.4. Running Skenario

Skenario yang telah dibuat kemudian di running pada model, yang nantinya akan menghasilkan debit output skenario. Hasil debit skenario kemudian dibandingkan antar skenario. Penilaian skenario berdasarkan indikator hidrologi (TWY, BI, RBI, BPE), debit total tahunan dan bulanan serta kondisi debit bulan basah bulan kering.

$$TWY = \frac{Q}{A \times P}$$

$$BI = 1 - \frac{Q_{\text{obs-avg}}}{A \times P_{\text{obs-avg}}}$$

$$RBI = 1 - \left(\frac{P_{\text{mean}}}{Q_{\text{mean}}} \times \frac{Q_{\text{obs-avg}}}{P_{\text{obs-avg}}} \right)$$

$$BPE = 1 - \frac{\max(\text{daily } Q - Q_{\text{mean}})}{\max(\text{daily } P - P_{\text{mean}})}$$

Keterangan:

Q = debit

P = hujan

Q mean = debit rata-rata

P mean = hujan rata-rata

Q_{obs-avg} = debit harian dikurangi debit rata-rata

P_{obs-avg} = hujan harian dikurangi hujan rata-rata

3.4 Analisis Data

Analisis yang dilakukan adalah analisa korelasi dan regresi menggunakan software genstat dan excel. Analisis digunakan untuk mengetahui hubungan antara hasil simulasi dan pengamatan di lapangan serta hubungan dari masing-masing indikator hidrologi.

IV KONDISI UMUM WILAYAH

4.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Sub DAS Keduang yang merupakan hulu dari DAS Bengawan Solo. Secara geografis Sub DAS Keduang terletak pada $7^{\circ}42'27,16'' - 7^{\circ}55'35,51''$ LS dan $110^{\circ}59'29,29'' - 111^{\circ}13'30,00''$ BT. Menurut Morfologi Sub DAS Keduang berbentuk agak membulat sehingga aliran air cepat terkumpul pada outlet sungai. Luas Sub Das Keduang menurut peta batas DAS yang telah dibuat adalah $\pm 42260,6611$ Ha. Sub DAS Keduang termasuk salah satu dari Daerah Tangkapan Air (DTA) dari Waduk Gajah Mungkur Kabupaten Wonogiri. Sub DAS Keduang merupakan Sub DAS terbesar pada DTA waduk Gajah Mungkur, dimana Sub DAS Keduang memberikan pengaruh yang besar terhadap kondisi waduk.

Sub DAS Keduang secara administrasi masuk ke dalam Kabupaten Wonogiri meliputi wilayah Kecamatan: Girimarto, Jatipurno, Sidoharjo, Jatisrono, Slogohimo, Ngadirojo dan Jatiroto yang semuanya termasuk dalam Kabupaten Wonogiri. Saat ini DAS Keduang dalam kondisi kritis yang ditunjukkan dengan sering terjadinya banjir karena adanya tutupan lahan berupa tanaman keras di DAS Keduang hanya tersisa kurang dari 10% selebihnya menjadi ladang. Hal ini mengakibatkan DAS Keduang tersebut setiap tahunnya menjadi penyumbang sedimentasi di WS Bengawan Solo, dan mengakibatkan pendangkalan waduk Wonogiri (Alwin Darmawan, 2009 *dalam* Baniva 2013). Data The Network of River Asian Basin (Direktorat Jenderal Penataan Ruang, 2008 *dalam* Baniva 2013) menyebutkan setiap tahun DAS Keduang menyumbang sedimentasi terbesar sehingga menyebabkan pendangkalan waduk. Dengan semakin dangkalnya waduk dikhawatirkan tidak akan sanggup lagi menampung air penyebab banjir terutama bagi daerah hilir Sungai Bengawan Solo. Secara administrasi kecamatan, Sub DAS Keduang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 . Peta Administrasi Sub DAS Keduang

4.2 Tanah Sub DAS Keduang

Tanah yang ada pada Sub DAS Keduang bermacam-macam, meliputi ordo Entisols, Inseptisols, Ultisols, dan Andisols. Tanah-tanah tersebut tersebar pada seluruh wilayah Sub DAS Keduang. sebagian besar tanah yang ada pada Sub DAS Keduang merupakan tanah-tanah muda (kecuali Typic Hapludults) yang berasal dari aktivitas vulkanik masa lalu Gunung Lawu. Perkembangan tanah Sub DAS Keduang yang relative muda menyebabkan tanah rentan terhadap bahaya erosi serta longsor jika terjadi hujan dengan intensitas yang tinggi.

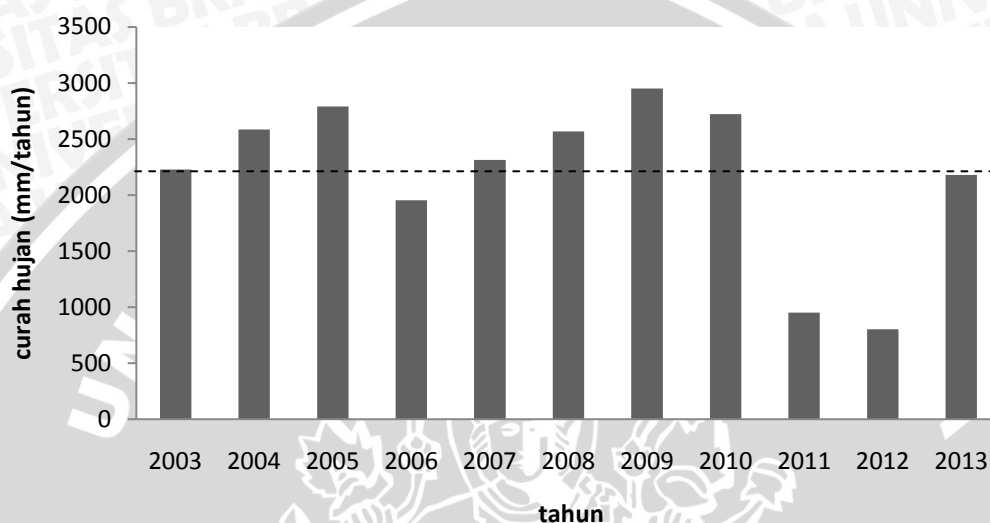
Tanah tua (Typic Hapludults) terletak pada landform pegunungan volkan tua dengan lereng antara 0-40%. Tanah tua ini berada pada lereng bawah yang jauh dari puncak gunung Lawu. Jenis tanah yang ada berkaitan dengan bahan induk serta kelerengan lahan. Pengelompokan jenis tanah diatas berdasarkan atas landform dan lereng. Jenis tanah yang ada berkaitan dengan kemampuan tanah untuk menyerap (infiltrasi) air hujan yang datang. Hal tersebut akan mempengaruhi jumlah debit pada sungai. Jenis tanah serta landform pada Sub DAS Keduang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Tanah Sub DAS Keduang

No	Diskripsi Landform	Lereng	Tanah	Relief
1	Lereng Volkan Tengah	25-40%	Typic Hapludand Andic Dystrudepts Typic Udorthents	Bergunung
2	Aliran lava resen	25-40%	Typic Hapludand Andic Dystrudepts	Bergunung
3	Aliran lava subresen	25-40%	Typic Hapludand Andic Dystrudepts Lithic Udorthents	Bergunung
4	Dataran Volkan	0-3%	Typic Epiaquepts Typic Udipsammend Typic Distrudepts	Datar
5	Pegunungan volkan tua	25-40%	Typic Dystrudepts Typic Hapludults Typic Hapludants	Bergunung
6	Pegunungan volkan tua	25-40%	Typic Dystrudepts Typic Hapludults Typic Hapludand	Bergunung
7	Badan air			

4.3 Curah Hujan Sub DAS Keduang

Kondisi iklim untuk penelitian tentang debit ini lebih dikhususkan pada kondisi curah hujan yang berkaitan langsung dengan aliran debit sungai. Data curah hujan diambil selama 11 tahun yaitu dari tahun 2003 hingga tahun 2013, data curah hujan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1. Grafik jumlah curah hujan tahunan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Jumlah Curah Hujan Tahunan 2003-2013

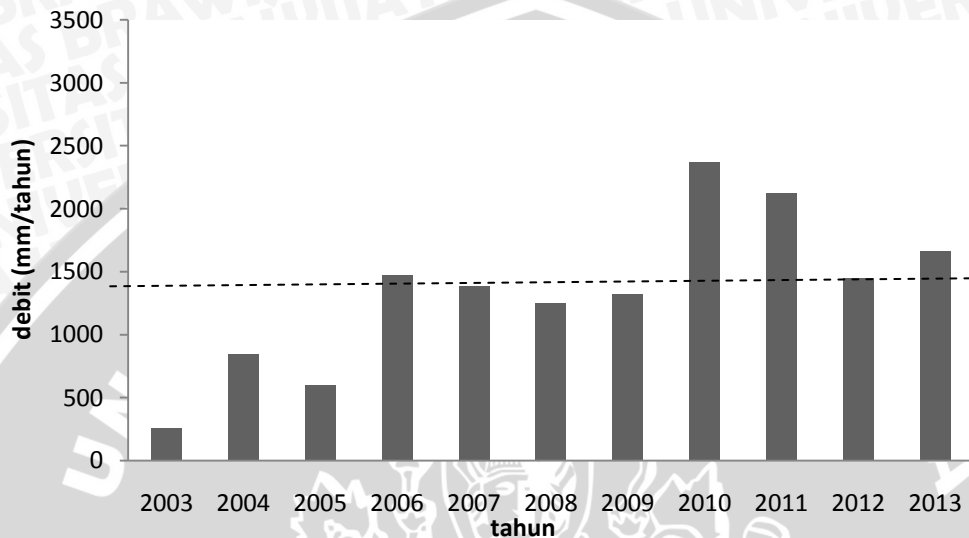
Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa jumlah hujan pada Sub DAS Keduang mengalami perbedaan yang signifikan dari tahun ke tahun. Curah hujan yang turun tidak membentuk pola tertentu dari tahun ke tahun. Jumlah curah hujan terbesar terjadi pada tahun 2009 yaitu sebesar 2951,2 mm. sedangkan pada tahun lainnya hujan yang turun sebesar >2000 mm. Terjadi keanehan pada tahun 2011 dan 2012 dimana jumlah hujan yang tercatat < 1000 mm, hal tersebut dapat terjadi karena faktor jumlah hujan sendiri yang memang kecil maupun kurang teliti dalam mencatat jumlah hujan yang turun.

Dengan jumlah hujan yang hampir sama ini seharusnya dapat menghasilkan debit aliran sungai yang hampir sama, sehingga kestabilan aliran dapat terjaga. Intensitas dan jumlah curah hujan yang terjadi pada tidak banyak mengalami perubahan.

4.4 Debit Sungai Sub DAS Keduang

Debit sungai Sub DAS Keduang memiliki nilai yang fluktuatif pada setiap harinya. Hal tersebut dipengaruhi oleh intensitas hujan serta faktor lain misalnya

penggunaan lahan. Pada musim penghujan debit sangat tinggi hingga dapat menyebabkan banjir, namun pada musim kemarau debit dapat sangat kecil sehingga terjadi kekeringan pada daerah sekitar sungai. Nilai debit sungai Sub DAS Keduang dapat dilihat pada Lampiran 2. Grafik nilai debit tahunan Sub DAS Keduang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Jumlah Debit Tahunan 2003-2013

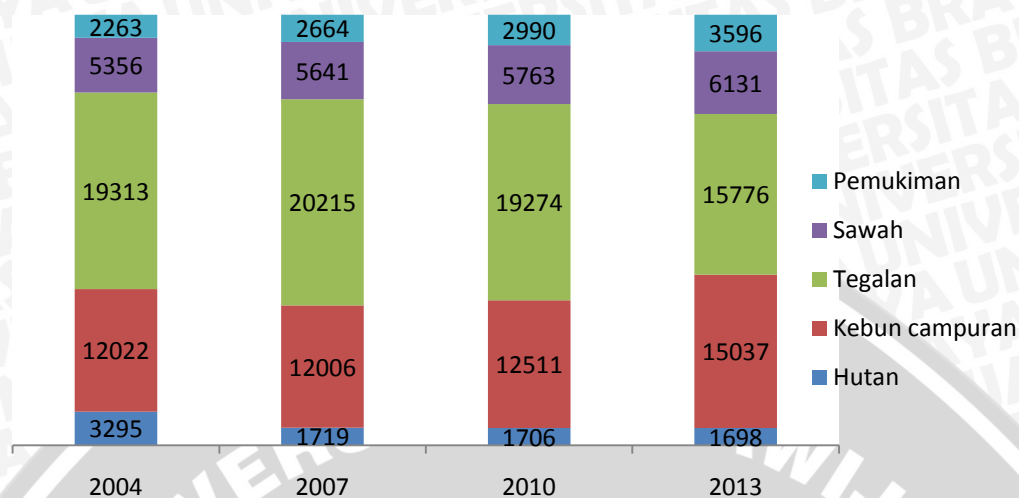
Nilai debit sungai dari tahun 2003 hingga 2013 mengalami fluktuasi yang cukup signifikan. Pada tahun 2003 debit tahunan sangat kecil yaitu sebesar 256,784 mm/tahun. Nilai sangat kecil jika dibandingkan dengan curah hujan yang terjadi pada tahun tersebut. Total debit tahunan terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun dan total debit terbesar terjadi pada tahun 2010 yaitu sebesar 2370,15 mm/tahun.

Ketidakstabilan nilai debit sungai erat kaitannya dengan curah hujan, apabila rata-rata curah hujan stabil, maka debit lebih dipengaruhi oleh faktor selain iklim (curah hujan). Banyak faktor yang dapat mempengaruhi nilai debit selain intensitas hujan, terutama faktor kondisi lahan yang berkaitan dengan fungsi hidrologi lahan.

4.5 Penggunaan Lahan Sub DAS Keduang

Penggunaan lahan ada Sub DAS Keduang meliputi hutan, Kebun campuran/agroforestri, tegalan/ladang, sawah, pemukiman dan pekarang serta badan air. Jenis dan luas penggunaan lahan pada Sub DAS Keduang diperoleh dari klasifikasi citra lansat 7 menggunakan metode tidak terbimbing

(*unsupervised*). Luas dari masing-masing penggunaan lahan tahun 2004, 2007, 2010, dan 2013 dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Penggunaan Lahan Sub DAS Keduang tahun 2004, 2007, 2010, dan 2013

Presentase masing-masing penggunaan lahan pada tahun 2004, 2007, 2010, dan 2013 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Persentase Penggunaan Lahan tahun 2004, 2007, 2010 dan 2013.

Penggunaan	2004	2007	2010	2013
Hutan	0.08	0.04	0.04	0.04
Kebun Campuran	0.28	0.28	0.30	0.36
Tegalan/Ladang	0.46	0.48	0.46	0.37
Sawah	0.13	0.13	0.14	0.15
Pemukiman dan Pekarangan	0.05	0.06	0.07	0.09

Catatan : Badan air tidak dimasukkan karena nilainya sangat kecil

Dari Gambar 6 diatas menunjukkan penggunaan lahan pada Sub DAS Keduang dari empat tahun pengamatan yaitu tahun 2004, 2007, 2010, dan 2013. Luasan dari masing-masing penggunaan terus mengalami perubahan dari tahun ke tahun seiring dengan peningkatan penduduk. Pada lahan hutan dari tahun 2004 hingga 2013 terus mengalami penurunan hingga luas hutan yang tersisa hanya 4% dari total luas Sub DAS Keduang atau sebesar 1698 Ha, pada kebun campuran mengalami fluktuasi dimana terjadi penurunan luas pada tahun 2004-2007 dan mengalami peningkatan luas dari tahun 2007-2013. Berbanding terbalik dengan kebun campuran luas tegalan mengalami peningkatan pada tahun 2004-2007 dan mengalami penurunan pada tahun 2007-2013. Untuk penggunaan sawah serta pemukiman dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan luasan. Penggunaan

lahan aktual saat ini (berdasarkan penggunaan tahun 2013) adalah sebagai berikut hutan sebesar 1698 Ha kebun campuran 15037 Ha, tegalan sebesar 15776 Ha, sawah 6130 Ha, pemukiman 3595 Ha dan badan air sebesar 22 Ha.

Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwa dari keempat tahun penggunaan lahan yang paling dominan pada Sub DAS Keduang adalah tegalan yang meliputi \pm 40% dari luas Sub DAS Keduang. diikuti kebun campuran, sawah, pemukiman, hutan dan badan air. Luasnya penggunaan tegalan serta kecilnya luasan hutan akan berpengaruh terhadap hidrologi DAS.



V. HASIL DAN PEMBAHASAN

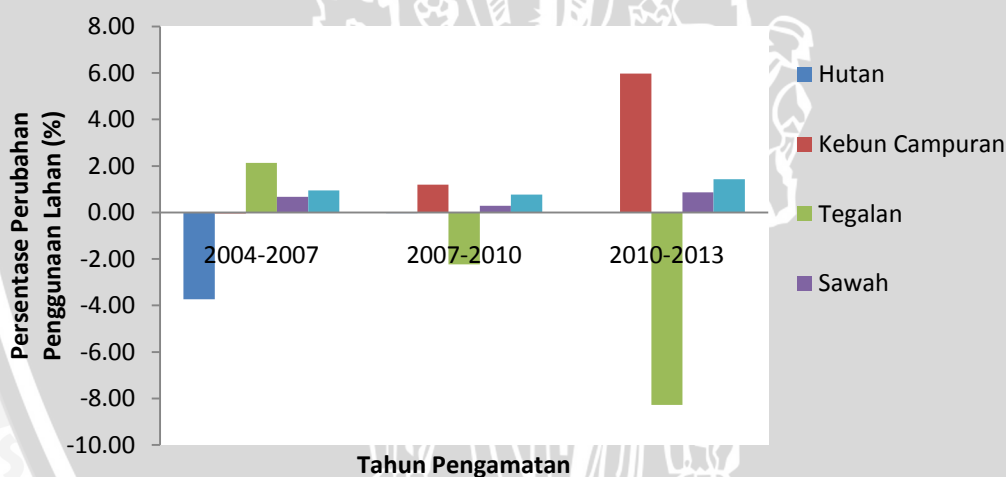
5.1 Perubahan Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan pada setiap tahunnya selalu berubah, apakah itu mengalami penambahan atau penurunan jumlah luasan. Dari penggunaan setiap tahunnya dapat dilihat perubahan luas yang terjadi. Perubahan penggunaan lahan yang terjadi dari tahun 2004 hingga tahun 2013 dapat dilihat pada Tabel 6, sedangkan presentase perubahannya dapat dilihat pada Gambar 7.

Tabel 6. Perubahan Penggunaan Lahan Sub DAS Keduang tahun 2004-2013

Penggunaan lahan	2004-2007 (Ha)	2007-2010 (Ha)	2010-2013 (Ha)
Hutan	-1576	-13	-8
Kebun Campuran	-15	505	2526
Tegalan/Ladang	902	-941	-3498
Sawah	285	123	367
Pemukiman dan Pekarangan	401	326	606
Badan Air	3	0	7

Catatan : minus (-) artinya berkurang



Catatan : Badan air tidak dimasukkan karena nilainya sangat kecil

Gambar 7. Persentase Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 2004-2013

Perubahan penggunaan lahan tahun 2004 hingga tahun 2013 bervariasi pada masing-masing penggunaan lahan. Pada tahun 2004 hingga 2007 hutan mengalami penurunan yang cukup signifikan, sedangkan pada tahun 2007-2013 perubahan hutan tidak signifikan atau penurunan kecil. Hal tersebut berarti akan bertambahnya luasan penggunaan lain, disini yang bertambah adalah penggunaan tegalan serta kebun campuran. Penurunan luasan hutan menjadi penggunaan lain disebabkan berbagai faktor antara lain kebutuhan masyarakat yang meningkat.

Penggunaan kebun campuran dan tegalan dari tahun 2004-2013 mengalami fluktuasi, jika luasan kebun campuran menurun maka luasan tegalan akan meningkat begtu pula sebaliknya. Hal tersebut membuktikan bahwa luas kebun campuran dan tegalan berubah karena adanya perubahan vegetasi. Penggunaan sawah dan pemukiman dari tahun 2004 hingga 2013 terus mengalami peningkatan, hal tersebut dihubungkan dengan peningkatan penduduk serta kebutuhan masyarakat. Luasan badan air dari tahun 2004 hingga 2013 terus meningkatkan, hal tersebut berkaitan dengan peningkatan luasan permukaan air.

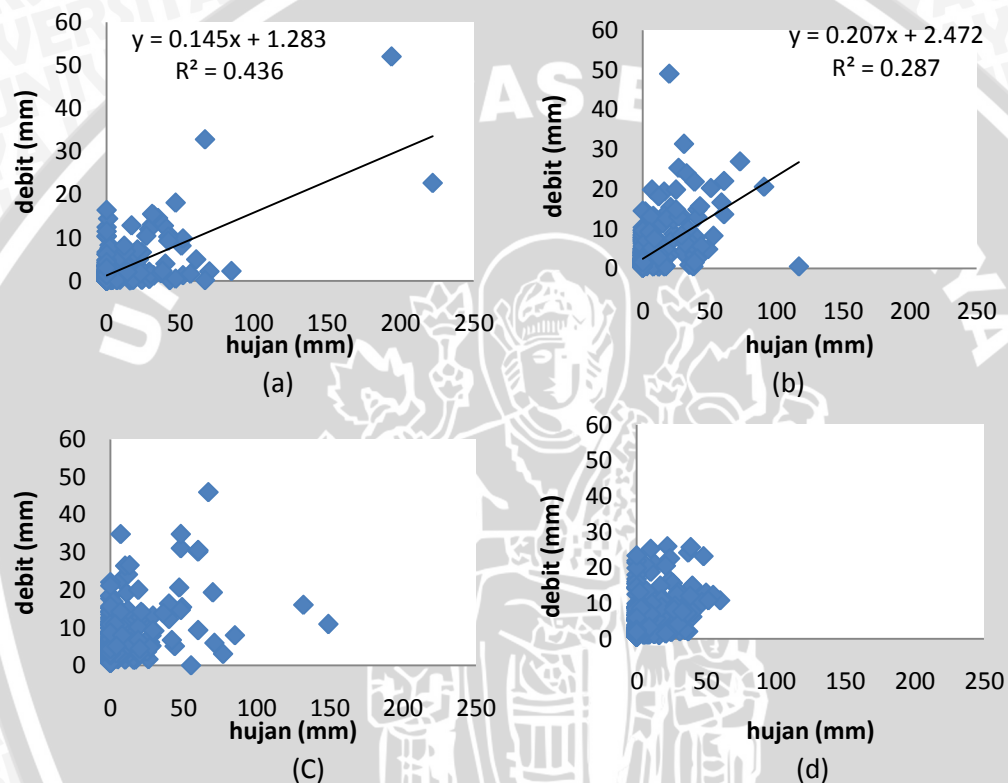
Presentase perubahan lahan diperoleh dengan membandingkan luasan awal dengan luas akhir masing-masing penggunaan lahan, sehingga diperoleh presentase perubahan pada kurun waktu tertentu. Pada Gambar 5 menunjukkan persentase perubahan yang terjadi pada masing-masing penggunaan lahan. Pada tahun 2004 hingga tahun 2007 perubahan besar terjadi pada penggunaan hutan yaitu sebesar 3,73% dari keseluruhan luas Sub DAS Keduang. Tahun 2007 hingga tahun 2010 perubahan paling besar terjadi pada pkebun campuran yaitu peningkatan luasan sebesar 1,19%, sedangkan tahun 2010 hingga tahun 2013 peningkatan terjadi pada kebun campuran yaitu sebesar 5,98% dari luas keseluruhan Sub DAS Keduang.

Perubahan penggunaan lahan akan mempengaruhi debit aliran sungai, hal tersebut karena penggunaan lahan merupakan salah satu dari komponen dalam suatu daerah aliran sungai. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan dari Widianingsih (2008) yang mengatakan bahwa fungsi DAS merupakan fungsi gabung yang dilakukan oleh seluruh faktor atau komponen yang ada di dalam DAS. Apabila terjadi perubahan pada salah satu komponen, maka akan mempengaruhi ekosistem DAS tersebut. Sedangkan perubahan ekosistem juga akan menyebabkan gangguan terhadap bekerjanya fungsi DAS. sedangkan Rahayu (2008) menyebutkan bahwa sebagian besar daerah di Wonogiri merupakan lahan kritis, kecamatan jatisrono merupakan salah satu kecamatan yang berada pada Sub DAS Keduang yang mempunyai kecenderungan untuk perluasan lahan pertanian. Untuk mencukupi kebutuhan pangan, para petani melakukan ekstensifikasi pertanian. Keadaan tersebut menyebabkan terjadinya

kerusakan ekosisten dan penurunan kualitas tanah, sehingga menambah luasan lahan kritis di Sub DAS Keduang.

5.2 Hubungan Nilai Curah Hujan dengan Debit

Besarnya debit aliran suatu sungai tidak lepas dari jumlah dan intensitas curah hujan yang terjadi pada daerah pengamatan, apabila intensitas curah hujan tinggi aliran sungai akan semakin cepat. Hubungan antara curah hujan harian dan nilai debit harian dari 4 tahun pengamatan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hubungan antara Curah Hujan Harian dan Debit Harian (a) tahun 2004, (b) tahun 2007, (c) tahun 2010, dan (d) tahun 2013.

Dari empat tahun pengamatan untuk hubungan debit sungai dengan curah hujan nilai R^2 tidak lebih dari 0,5. Pada tahun 2004 nilai korelasi adalah 0,661 (Lampiran 7). Hal tersebut membuktikan bahwa curah hujan memiliki hubungan yang erat/kuat dengan kondisi debit yang terjadi, kondisi debit lebih dipengaruhi oleh curah hujan. Tahun 2007 nilai korelasi antara curah hujan harian dan debit harian adalah 0,537. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai debit memiliki hubungan sedang dengan curah hujan.. Tahun 2010 dan 2013 nilai korelasi antara curah hujan dan debit tidak signifikan (<0.5), sehingga tidak dibuat persamaan. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada tahun 2010 dan tahun 2013 debit aliran

lebih dipengaruhi oleh faktor lain daripada curah hujan. Nilai korelasi antara curah hujan dengan debit dapat dilihat pada Lampiran 7. Dari keempat tahun pengamatan hanya tahun 2004 yang memiliki hubungan kuat antara debit dan curah hujan. Hal tersebut menggambarkan bahwa nilai debit aliran yang terjadi tidak sepenuhnya dipengaruhi oleh curah hujan. Peran curah hujan terhadap nilai debit Sungai Keduang lebih kecil dibandingkan dengan faktor biofisik Sub DAS Keduang sendiri. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Wahyuni (2012) yang menjelaskan bahwa secara umum hubungan curah hujan dengan debit dapat dijelaskan dengan nilai penjelasan yang disimbolkan oleh R^2 secara statistik. Jika nilai R^2 tinggi, maka kondisi biofisik DAS sebagai penghambat kurang berperan sebagaimana mestinya dan sebaliknya jika nilai R^2 rendah, maka kondisi biofisik DAS dianggap berperan dengan baik sebagai faktor penghambat.

5.3 Hubungan Penggunaan Lahan dengan Nilai Debit

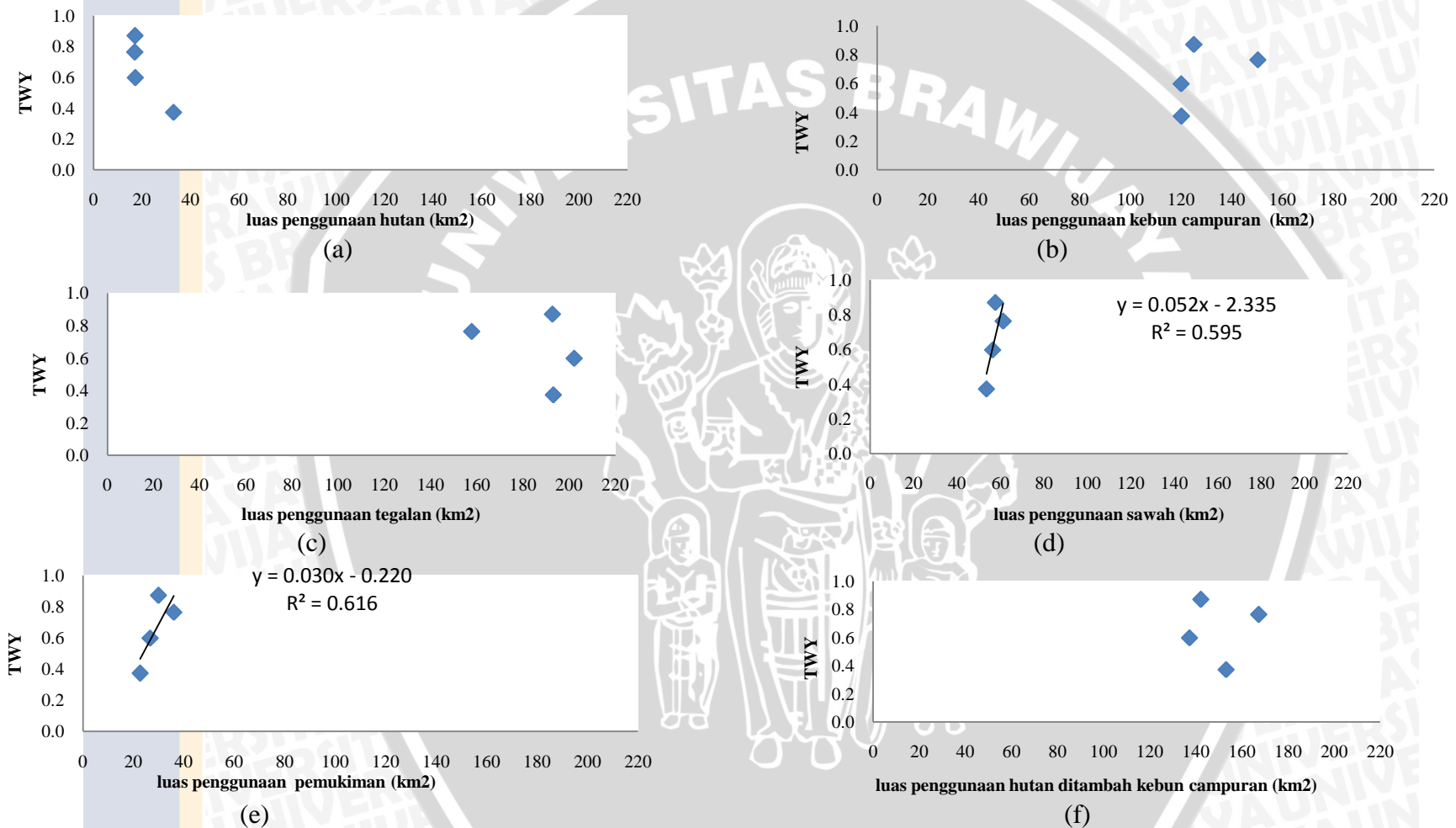
Kondisi biofisik suatu daerah aliran sungai memberi pengaruh terhadap debit aliran sungai. Salah satu komponen biofisik DAS adalah penggunaan lahan dimana hal tersebut berkaitan dengan fungsi hidrologi dari lahan tersebut. Terjadinya perubahan penggunaan lahan, berakibat pada turunnya penutupan lahan, yang berkaitan dengan daya serap (infiltrasi) tanah terhadap curah hujan yang turun. Debit total tahunan dan nilai *Total Water Yield* adalah sama sehingga hubungan antara masing-masing penggunaan lahan dengan total debit serta hubungan nilai TWY dengan penggunaan lahan adalah sama (Gambar 9). Dimana pemukiman dan sawah merupakan penggunaan yang memiliki hubungan kuat dengan debit total tahunan/TWY.

5.4 Nilai Indikator Hidrologi (sensitivitas penggunaan lahan)

Kondisi kesehatan suatu daerah aliran sungai dapat dilihat dari indikator hidrologi, indikator hidrologi merupakan nilai yang menggambarkan hubungan curah hujan dengan penutupan lahan.

1. *Total Water Yield* (TWY)

Total Water Yield menggambarkan total air yang dihasilkan pada suatu luasan daerah aliran sungai per jumlah hujan. Hubungan nilai TWY dengan penggunaan lahan, dapat dilihat pada Gambar 9.



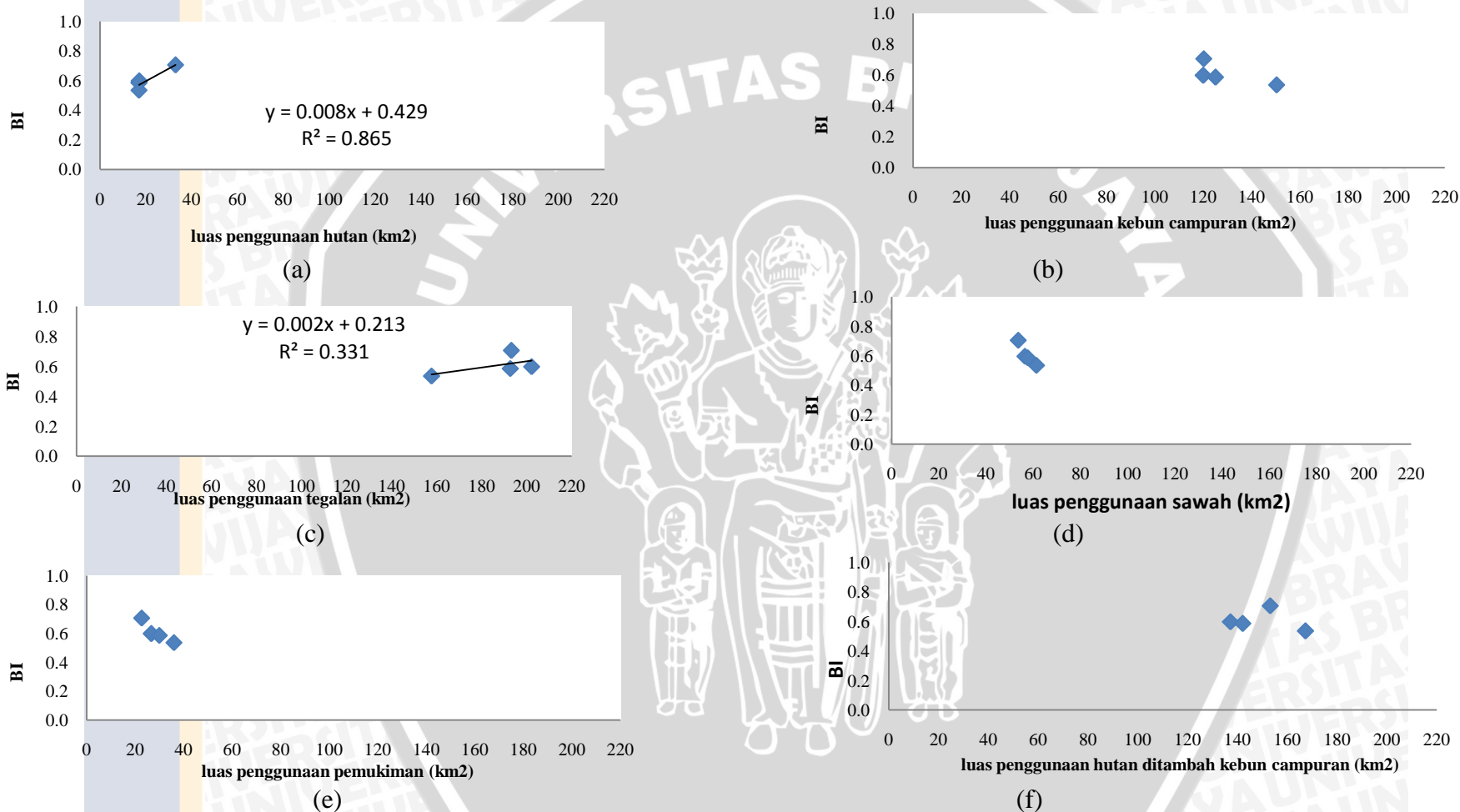
Gambar 9. Hubungan *Total Water Yield* (TWY) pada Masing-Masing Penggunaan Lahan (a) hutan, (b) kebun campuran, (c) tegalan, (d) sawah, (e) pemukiman, (f) hutan ditambah kebun campuran

Dari Gambar 9, dapat dilihat nilai R^2 dari nilai *Total Water Yield* (TWY) dengan masing-masing luasan penggunaan lahan. Tingkat sensitivitas menunjukkan tingkat perubahan nilai TWY jika pada penggunaan lahan terjadi perubahan luasan. Masing-masing penggunaan lahan memiliki tingkat sensitivitas yang berbeda-beda terhadap nilai TWY. Tingkat sensitivitas suatu lahan dilihat dari korelasi luas lahan dengan nilai TWY. Persamaan luas penggunaan lahan dengan TWY hanya pada penggunaan sawah dan pemukiman. Penggunaan yang paling berpengaruh (paling sensitive) terhadap TWY adalah pemukiman dimana nilai korelasi antara luas pemukiman dengan nilai TWY adalah 0,785 (Lampiran 8). Pada penggunaan lahan yang tidak berkorelasi signifikan, maka antara keduanya tidak dapat dibuat persamaan. Semakin luas pemukiman dan sawah nilai TWY akan semakin tinggi atau dapat dikatakan bahwa luasan pemukiman dan sawah berbanding lurus dengan nilai TWY. Semakin tingginya nilai TWY dikarenakan kondisi fisik dari pemukiman yang berkaitan dengan siklus air dalam DAS. Antara pemukiman dan sawah memiliki karakteristik lahan yang sama, yaitu terdapat lapisan kedap pada tanah sehingga air hujan yang turun tidak dapat terserap dengan baik atau banyak yang menjadi limpasan permukaan, karena tanah pada pemukiman dan sawah memiliki kemampuan infiltrasi yang rendah. Semakin tinggi *run off*, maka air yang masuk ke sungai akan semakin banyak, sehingga nilai TWY akan semakin tinggi. Pada agroforestri tidak berpengaruh terhadap nilai TWY karena pada agroforestri lebih seperti tegalan, yaitu lebih dominan tanaman semusim daripada tanaman tahunan. Hal tersebut mengurangi fungsi agroforestri sebagaimana hutan.

Sesuai dengan pernyataan Kurnia *et al.* (2006) bahwa luas pemukiman dan rencana pemukiman bertambah, seperti halnya terjadi peningkatan luas tegalan dan industri. Kondisi ini diyakini mempunyai kontribusi yang besar terhadap peningkatan debit dan kandungan sedimen dalam aliran permukaan, meskipun kondisi hujan (jumlah dan intensitas) relatif tetap.

2. *Buffering Indicator* (BI)

Buffering indicator (BI) menggambarkan kemampuan suatu daerah dalam menyangga air hujan yang turun (menyangga kejadian puncak hujan). Hubungan nilai BI dengan masing-masing penggunaan lahan, dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Hubungan *Buffering indicator* (BI) pada masing-masing penggunaan lahan (a) hutan, (b) kebun campuran, (c) tegalan, (d) sawah, (e) pemukiman, (f) hutan ditambah kebun campuran.

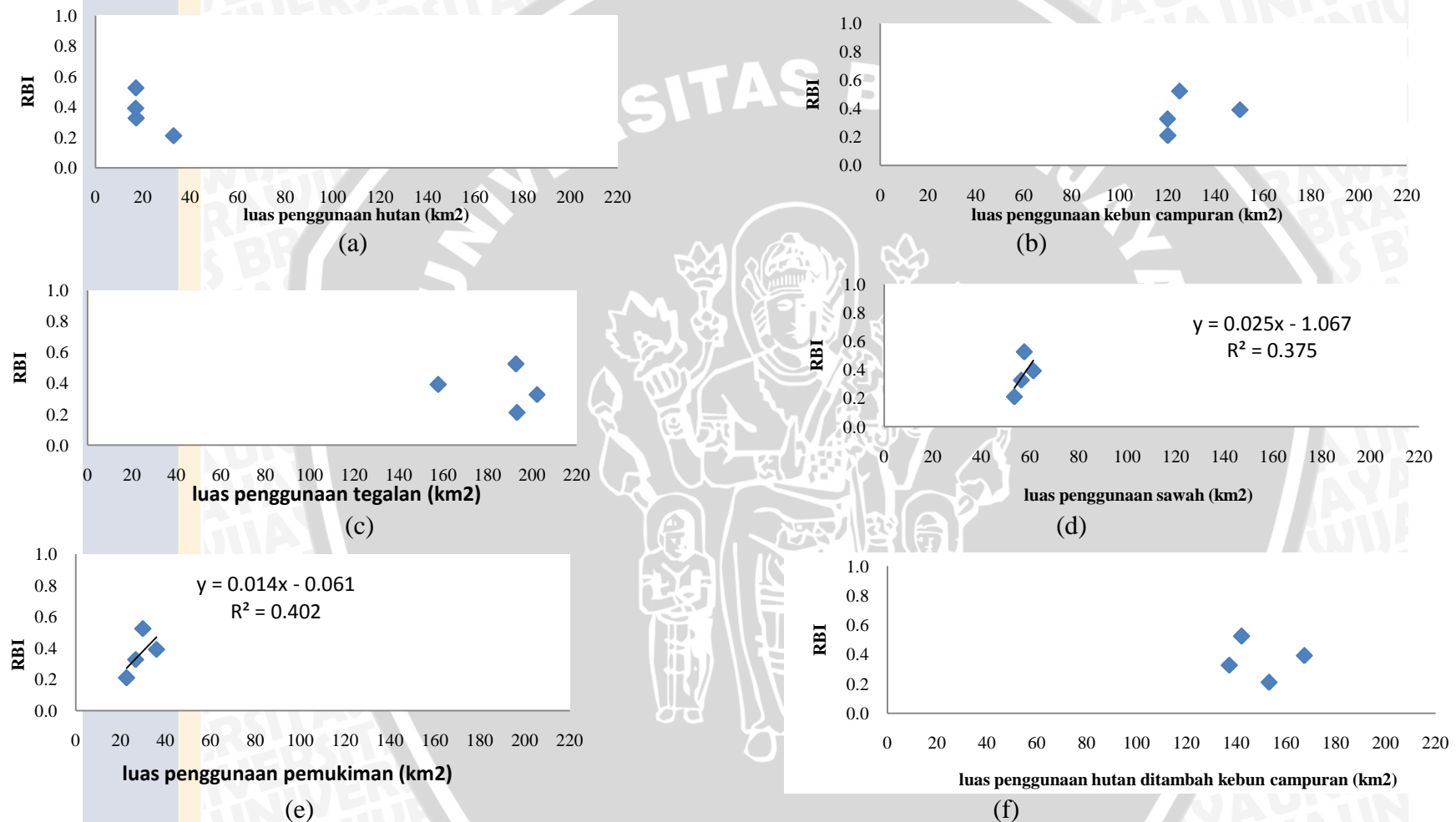
Gambar 10 menunjukkan hubungan luasan masing-masing penggunaan lahan dengan nilai *Buffering Indicator* (BI), dimana tingkat sensitivitasnya berbeda-beda. Semakin besar nilai BI menunjukkan bahwa DAS tersebut semakin baik dalam menyangga pucak hujan. Nilai BI berkaitan dengan jenis penggunaan lahan serta luasan masing-masing penggunaan lahan.

Penggunaan lahan yang memiliki tingkat sensitivitas paling tinggi (hubungan signifikan) terhadap nilai BI adalah hutan dengan korelasi sebesar 0.93 (Lampiran 9), selain hutan yang memiliki korelasi signifikan adalah luasan tegalan. Tegalan mempunyai hubungan yang signifikan terhadap nilai BI karena tegalan berpengaruh terhadap besarnya air yang dapat diserap serta besarnya *run off*. Selain dari hutan dan tegalan, penggunaan lain memiliki korelasi yang tidak signifikan sehingga tidak dapat dibuat persamaan. Dari persamaan tersebut dapat dihitung perubahan nilai BI yang terjadi dengan perubahan luasan penggunaan lahan. Hutan memiliki tingkat sensitivitas atau hubungan yang erat terhadap nilai BI berkaitan dengan kemampuan hutan dalam men-intersepsi dan evapotranspirasi serta kemampuan infiltrasi air hujan. Kemampuan intersepsi hutan besar karena pada hutan memiliki vegetasi yang beragam sehingga hujan yang turun tidak langsung mengenai permukaan tanah dan kembali ke atmosfer. Sama halnya dengan nilai TWY, kebun campuran tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai BI karena kondisi kebun campuran yang lebih seperti tegalan.

. Seperti halnya pernyataan Kurniawan (2005) perubahan penutupan lahan terutama hutan menjadi penggunaan lain akan berakibat meningkatkan aliran permukaan, erosi, dan meningkatkan *water yield*.

3. *Relative Buffering Indicator* (RBI)

Relative Buffering Indicator (RBI) merupakan suatu nilai yang menggambarkan hubungan antara kejadian puncak aliran sungai dengan puncak hujan relatif. Nilai RBI berkaitan dengan kondisi biofisik DAS, misalnya penggunaan lahan. Hubungan nilai RBI dengan masing-masing penggunaan lahan, dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Hubungan *Relative Buffering Indicator* (RBI) pada masing-masing penggunaan lahan (a) hutan, (b) kebun campuran, (c) tegalan, (d) sawah, (e) pemukiman, (f) hutan ditambah kebun campuran.

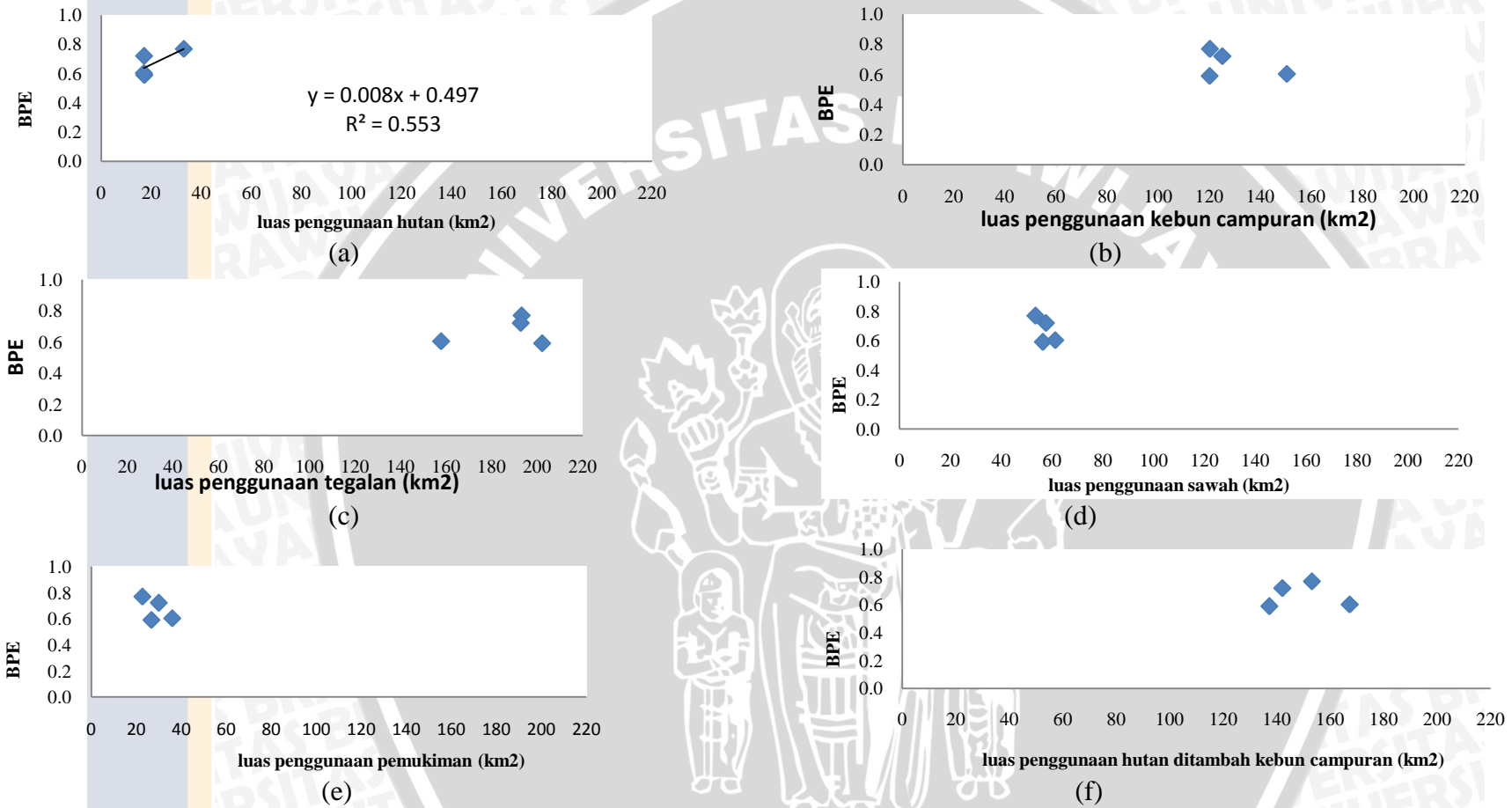
Pada Gambar 11, memperlihatkan hubungan nilai RBI dengan masing-masing luasan penggunaan lahan. Pada setiap penggunaan lahan memiliki tingkat hubungan dan sensitivitas yang berbeda. Tingkat sensitivitas menggambarkan seberapa besar penggunaan lahan mempengaruhi nilai RBI. Semakin sensitive penggunaan lahan akan semakin berpengaruh terhadap nilai RBI.

Penggunaan lahan yang paling sensitif terhadap nilai RBI adalah penggunaan pemukiman, dengan nilai korelasi sebesar 0,63 (Lampiran 10). Dengan sedikit saja perubahan luasan pemukiman dapat mempengaruhi kemampuan lahan untuk menyangga kejadian puncak hujan relatif dan mengakibatkan terjadinya limpasan permukaan (banjir). Luasan penggunaan pemukiman berkaitan dengan kemampuan lahan untuk menyimpan air (infiltrasi dan perkolasi). Kondisi fisik pemukiman dimana banyak terdapat bangunan menyebabkan kemampuan infiltrasi pada lahan pemukiman kecil sehingga banyak air hujan yang tidak masuk ke dalam tanah. Semakin banyak limpasan permukaan maka semakin besar air yang masuk ke sungai sehingga debit akan semakin besar. Debit yang besar dalam waktu singkat akibat adanya hujan deras (puncak hujan) dapat mengakibatkan banjir pada daerah tertentu. Semakin luas penggunaan pemukiman, kemampuan DAS dalam menyangga puncak hujan semakin kecil sehingga resiko terjadinya banjir semakin besar. Sawah juga mempunyai hubungan yang signifikan terhadap nilai RBI karena pada sawah tidak terdapat tanaman sehingga hujan yang turun akan langsung mengenai permukaan tanah.

Seperi yang dijelaskan oleh Murdiyarso dan Kurnianto. (2007) yang menyatakan bahwa banjir akan menjadi lebih besar jika penyimpanan (*water saving*) tidak bisa menahan air limpasan. Hal ini biasa terjadi ketika hutan yang berfungsi sebagai daya simpan air tidak mampu lagi menjalankan fungsinya. Hutan mampu mengatur fluktuasi aliran sungai karena peranannya dalam mengatur limpasan dan infiltrasi.

4. *Buffering Peak Event* (BPE)

Buffering Peak Event (BPE) menggambarkan kemampuan daerah aliran sungai untuk menyangga kejadian puncak hujan jika dikaitkan dengan kejadian banjir. Hubungan nilai BPE dengan masing-masing penggunaan lahan, dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Hubungan *Buffering Peak Event* (BPE) pada masing-masing Penggunaan Lahan (a) hutan, (b) kebun campuran, (c) tegalan, (d) sawah, (e) pemukiman, (f) hutan ditambah kebun campuran.

Pada Gambar 12 dapat dilihat sensitivitas dari penggunaan lahan terhadap nilai BPE. Semakin sensitif suatu penggunaan lahan, maka apabila terjadi penurunan atau peningkatan luasan akan berpengaruh cukup signifikan pada nilai BPE. Hutan paling sensitif dengan nilai korelasi sebesar 0,744 (Lampiran 11), karena kondisi pada hutan dianggap paling baik dalam menahan air hujan, dimana air hujan diserap dan disimpan untuk dikeluarkan pada musim kemarau. Hal tersebut berkaitan dengan kemampuan infiltrasi hutan, yang nantinya berkaitan daya simpan hutan terhadap air hujan yang turun. Semakin banyak air yang dapat disimpan berarti air yang dapat dikeluarkan pada musim kemarau semakin besar.

Semakin sedikit jumlah hutan yang ada pada Sub DAS Keduang, maka nilai dari BPE akan semakin kecil yang menandakan kemampuan lahan untuk menyangga puncak hujan semakin kecil. Pada penggunaan lain, berdasarkan perhitungan korelasi tidak memiliki hubungan yang signifikan sehingga tidak dapat dibuat persamaan. Dalam hal ini bukan berarti penggunaan lahan lain tidak berpengaruh namun pengaruh yang diberikan tidak terlalu signifikan.

Dari hubungan indikator dan penggunaan lahan, dapat diketahui bahwa hutan merupakan penggunaan lahan yang berpengaruh terhadap nilai BI dan BPE sedangkan pemukiman paling berpengaruh terhadap nilai TWY dan RBI. Hal tersebut membuktikan bahwa hutan berpengaruh terhadap penyimpanan air serta kemampuan mengeluarkan air secara perlahan sedang pemukiman berpengaruh terhadap hasil air.

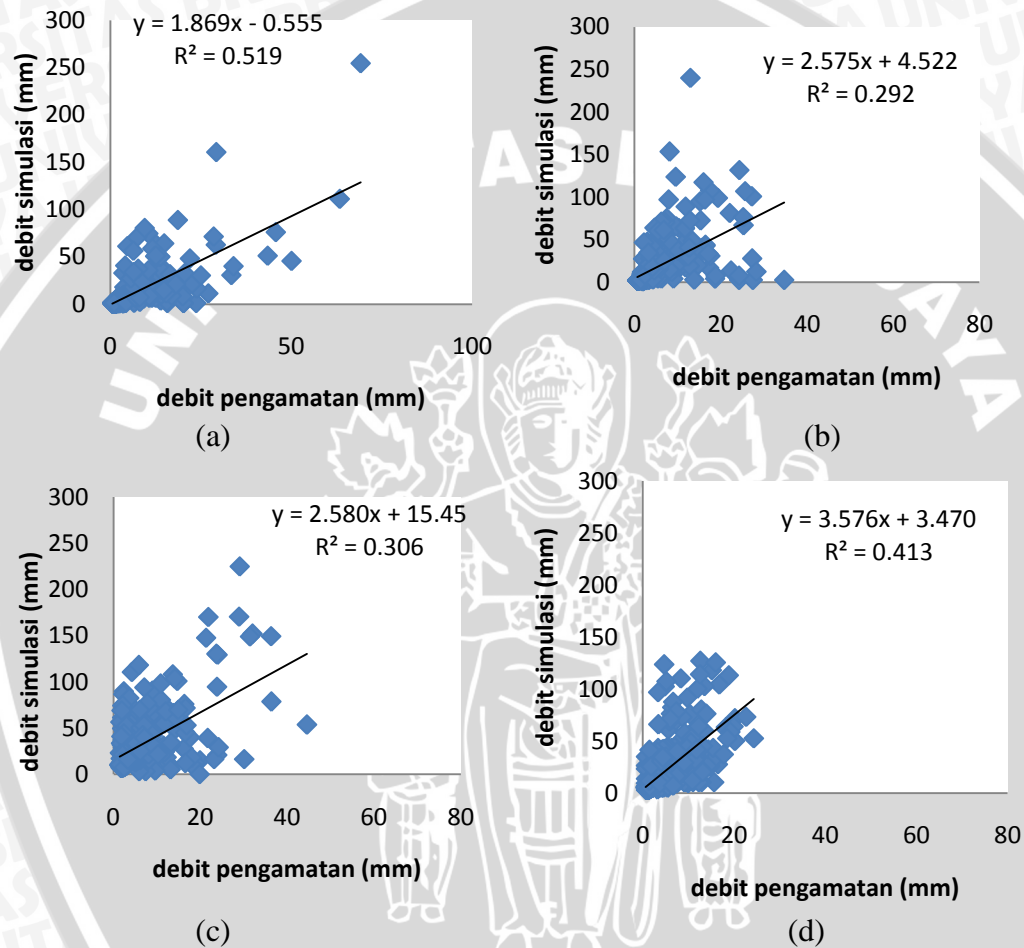
Darmawan (2009) yang mengatakan bahwa Saat ini Sub DAS Keduang dalam kondisi kritis yang ditunjukkan dengan sering terjadinya banjir karena adanya tutupan lahan berupa tanaman keras hanya tersisa kurang dari 10%, selebihnya menjadi ladang. Hal ini mengakibatkan Sub DAS Keduang setiap tahunnya menjadi penyumbang sedimen pada DAS Bengawan Solo dan mengakibatkan pendangkalan waduk Gajah Mungkur.

5.5 Validasi Model

Dari hasil simulasi model didapatkan nilai debit hasil simulasi yang nilainya dibandingkan dengan nilai debit hasil pengamatan. Dari perbandingan tersebut akan dinilai, apakah model dapat digunakan untuk simulasi pada Sub DAS Keduang atau tidak. Pengujian atau validasi dilakukan dengan melihat

korelasi dari debit hasil pengamatan dengan debit hasil simulasi. Jika semakin besar korelasi, maka hasil simulasi semakin sama dengan kondisi pengamatn di lapangan, maka model dapat digunakan untuk mensimulasi nilai debit pada Sub DAS Keduang.

Nilai R^2 (R Square) antara nilai debit hasil simulasi dan pengamatan di lapangan dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Hubungan Debit Hasil Simulasi dengan Debit Pengamatan (a) tahun 2004, (b) 2007, (c) 2010, (d) 2013

Dari Gambar 13 dapat dilihat nilai R^2 antara debit hasil simulasi dengan debit pengamatan di lapangan. Untuk korelasi pada tahun 2004 yaitu sebesar 0,72, nilai tersebut menunjukkan bahwa antara hasil simulasi dan pengamatan memiliki hubungan yang kuat.

Tahun 2007 nilai R^2 sebesar 0,295, untuk korelasinya sebesar 0,54 yang berarti antara debit hasil simulasi dan pengamatan di lapangan memiliki hubungan yang sedang. Tahun 2010 nilai R^2 sebesar 0,306, untuk korelasi antara debit simulasi dan hasil pengamatan sebesar 0.55 yang berarti hubungannya sedang.

Sedang untuk tahun 2013, nilai R^2 sebesar 0,413 dengan korelasi sebesar 0.64 yang termasuk dalam korelasi kuat. Nilai korelasi dari debit hasil pengamatan dan hasil simulasi dapat dilihat pada Lampiran 6.

Dari hasil perhitungan korelasi antara debit simulasi dan debit pengamatan di lapangan (validasi model), dapat dikatatakan bahwa model Genriver dapat digunakan pada Sub DAS Keduang. Hal tersebut karena nilai korelasi yang dihasilkan lebih dari 0,5. Dari hasil validasi model selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam simulasi skenario, dimana hasil dari simulasi skenario diharapkan dapat menggambarkan pengaruh alih guna lahan terhadap neraca air DAS.

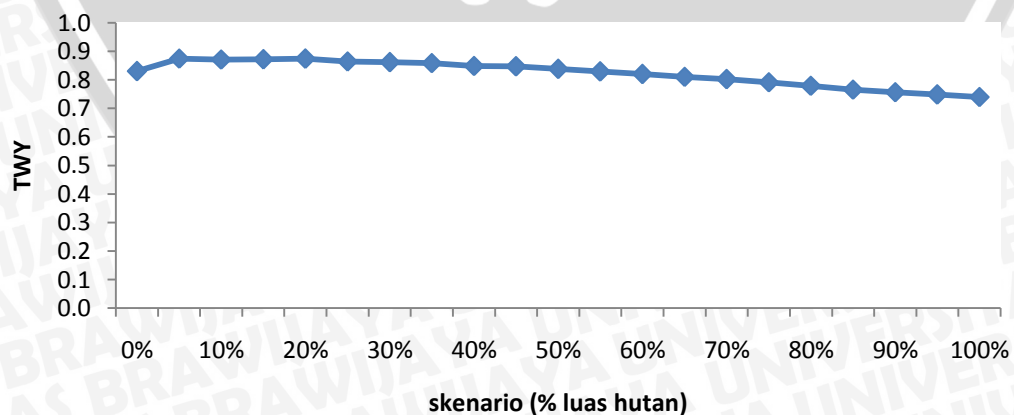
5.6 Nilai Debit Hasil Simulasi Skenario

Penilaian debit hasil skenario berdasarkan indikator hidrologi, yaitu *Total Water Yield* (TWY), *Buffering Indicator* (BI), *Relative Buffering Indicator* (RBI), serta *Buffering Peak Event* (BPE) dari masing-masing skenario. Dari indikator-indikator tersebut dapat dilihat kesehatan dari suatu daerah aliran sungai (DAS). Selain dari indikator hidrologi, penilaian sekenario dilihat dari total debit bulanan serta tahunan yang dihasilkan serta pengaruhnya terhadap kondisi bulan basah dan bulan kering (berdasarkan curah hujan).

5.6.1 Indikator Hidrologi

1. *Total Water Yield* (TWY)

Total Water Yield (TWY) menggambarkan transmisi air yang terjadi pada suatu daerah aliran sungai. Nilai TWY pada masing-masing skenario tutupan lahan dapat dilihat pada Gambar 14.



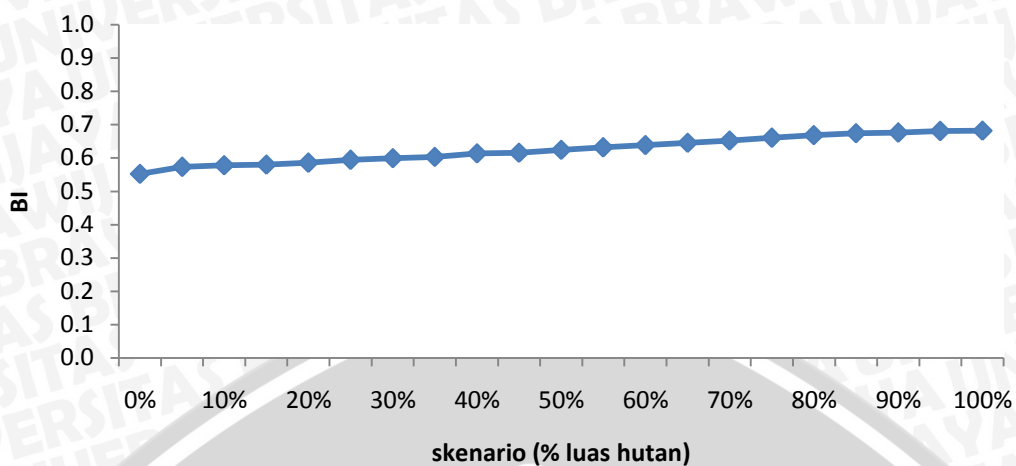
Gambar 14. Nilai *Total Water Yield* (TWY) per Skenario

Total Water Yield (TWY) dari skenario 0% hutan mengalami kenaikan pada 5% hutan dan kemudian mengalami penurunan dengan bertambahnya persen (%) luasan hutan. Pada skenario 0% hutan nilai TWY sebesar 0,83 sedangkan pada skenario 100% hutan menurun menjadi 0,74. TWY merupakan pembagian antara Q total dengan P total (Q/P), dimana semakin besar nilai debit (Q) maka nilai TWY akan semakin besar. Dilihat dari total debit tahunan yang mengalami penurunan, maka dapat dipastikan nilai TWY menurun. *Total water yield* berkaitan dengan jumlah air yang dihasilkan dan yang dapat disimpan oleh suatu lahan, sehingga dengan bertambahnya luasan hutan air yang keluar semakin sedikit namun air yang dapat disimpan semakin banyak. Pada kondisi aktual yang paling berpengaruh terhadap nilai TWY adalah pemukiman, sedangkan hutan tidak memiliki hubungan yang signifikan. Fungsi dari skenario luasan hutan adalah untuk mengetahui berapa persen (%) luas hutan dapat mempengaruhi nilai TWY. Pada skenario 0% ke 5% hutan nilai TWY mengalami kenaikan namun pada skenario 10% hingga 100% nilainya semakin menurun. Pada setiap kenaikan hutan 5% nilai hutan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai TWY. Secara teori perubahan luasan hutan tidak berpengaruh terhadap total air namun akan berpengaruh terhadap total debit bulanan.

Dengan menurunnya nilai TWY membuktikan bahwa dengan bertambahnya luasan hutan, maka hujan yang turun sebagian besar masuk ke dalam tanah dan sedikit yang menjadi limpasan permukaan, namun pengaruh yang diberikan kurang signifikan sehingga penurunan nilai TWY tidak signifikan dengan bertambahnya luasan hutan.

2. *Buffering Indicator (BI)*,

Buffering Indicator (BI) menggambarkan kemampuan suatu daerah aliran sungai dalam menyangga kejadian puncak hujan. Nilai BI dari masing-masing skenario tutupan lahan dapat dilihat pada Gambar 15.



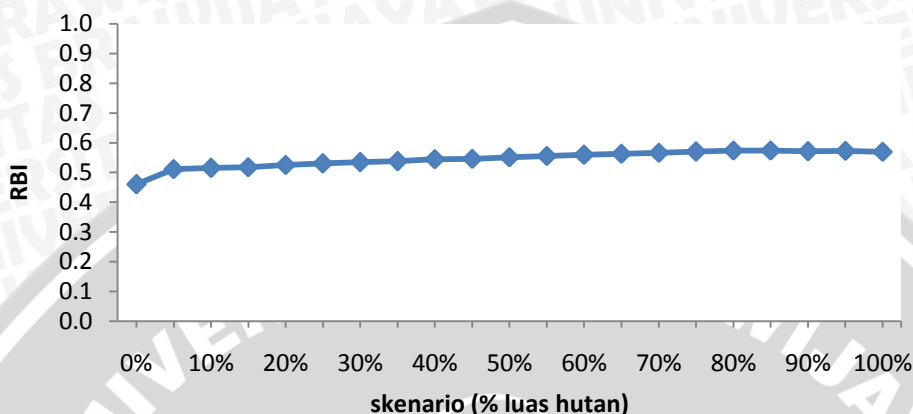
Gambar 15. Nilai *Buffering Indicator* (BI) per Skenario

Buffering Indicator (BI) dari skenario penggunaan lahan mengalami peningkatan dengan meningkatnya jumlah presentase luasan hutan. Peningkatan nilai BI cukup signifikan jika dibandingkan dengan penurunan debit rata-rata dari skenario. Presentase hutan 0% menghasilkan BI sebesar 0,552, hal tersebut berarti pada kondisi hutan nol (0) Sub DAS Keduang kemampuan menyangga kejadian puncak hujan kecil sehingga terjadi limpasan permukaan. Peningkatan nilai BI cukup signifikan dengan peningkatan rata-rata 0.007 setiap kenaikan luasan hutan 5%.

Semakin meningkatnya luasan hutan nilai BI semakin meningkat yang berarti bahwa kemampuan Sub DAS Keduang dalam menyangga kejadian puncak hujan meningkat pula. Seperti halnya pada kondisi aktual dengan berkurangnya luasan hutan, nilai BI semakin kecil. Dengan adanya skenario ini membukan bahwa luasan hutan berpengaruh signifikan terhadap nilai BI. Nilai BI berkaitan dengan kemampuan hutan men-intersepsi, evapotranspirasi dan kemampuan infiltrasi air hujan yang turun, sehingga air hujan tidak langsung mengenai permukaan tanah. Intersepsi pada hutan berasal dari pepohonan hutan yang multi strata serta seresah pada lantai hutan, sehingga hujan mengenai pepohonan dulu baru turun ke permukaan tanah. Bila luasan hutan di tambah, kejadian puncak hujan yang dapat di tahan semakin besar pula, sehingga air yang terserap pun akan semakin besar dan limpasan permukaan akan semakin kecil.

3. *Relative Buffering Indicator* (RBI)

Relative Buffering Indicator (RBI) menggambarkan kemampuan suatu daerah aliran sungai relatif dalam menyangga kejadian puncak hujan. Nilai RBI dari masing-masing skenario tutupan lahan dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Nilai *Relative Buffering Indicator* (RBI) per Skenario

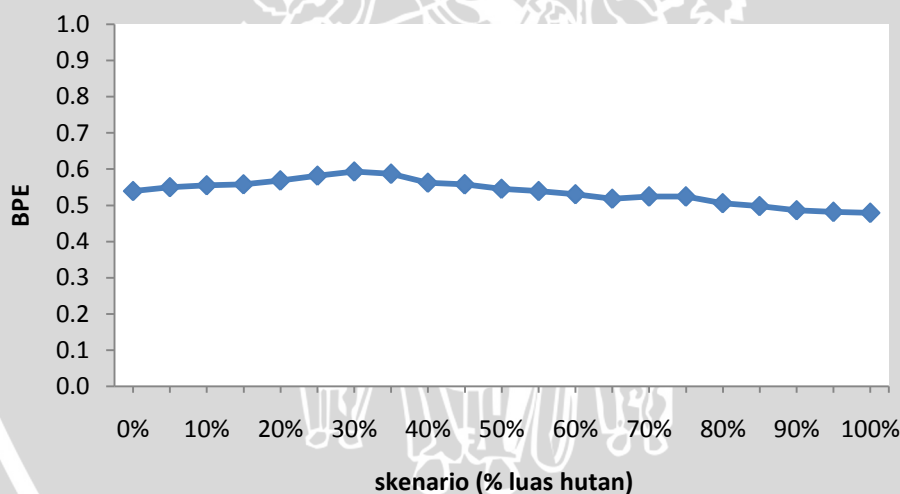
Dari Gambar 16 dapat dilihat bahwa nilai RBI mengalami peningkatan dengan kenaikan presentase jumlah hutan dalam Sub DAS Keduang. Pada skenario 0% hutan nilai RBI sebesar 0,46 dan pada 100% hutan nilai RBI 0,57. Peningkatan yang terjadi tidak signifikan pada kondisi penambahan luasan hutan, namun nilai RBI meningkat dengan tajam dari skenario 0% hutan ke 5% hutan, namun tidak terjadi kenaikan signifikan pada skenario 10% hingga 100% luas hutan. Hal tersebut membuktikan bahwa keberadaan hutan sangat berpengaruh terhadap nilai RBI jika dibandingkan tidak ada hutan sama sekali.

Jika dilihat nilai RBI menunjukkan bahwa Sub DAS Keduang dapat menyangga kejadian puncak hujan namun pengaruh yang diberikan dengan penambahan luasan hutan tidak banyak mempengaruhi kemampuan Sub DAS Keduang dalam menyangga kejadian puncak hujan. Hal tersebut terjadi karena kejadian banjir berkaitan dengan jumlah hujan yang turun serta intensitasnya. Jika hujan yang turun cukup besar dengan intensitas yang lama, hal tersebut dapat mengakibatkan terjadinya banjir, namun dengan kenaikan luasan hutan dapat mengurangi kejadian banjir. pada kondisi aktual hutan tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai RBI dimana paling berpengaruh terhadap nilai RBI adalah pemukiman.. Maksud dari adanya skenario luasan hutan adalah untuk melihat apakah pada luasan tertentu hutan mempengaruhi nilai RBI.

Seperti halnya yang dijelaskan oleh Pujiharta (2008) bahwa sebenarnya banjir ataupun kekeringan merupakan konsekuensi dari fenomena iklim yang berdampak pada kondisi musim penghujan maupun musim kemarau. Perlu diingat bahwa fungsi hutan dalam hidrologi sangat bergantung pada sifat curah hujan, sifat tanah, geologi dan lereng. Jadi dalam hal ini hutan tidak dapat berdiri sendiri tetapi ada faktor-faktor di luar hutan dan yang terpenting adalah cara pengelolaannya. Dari pernyataan tersebut membuktikan bahwa dengan penambahan luasan hutan tidak berpengaruh secara langsung terhadap kejadian banjir, namun dipengaruhi oleh berbagai faktor di luar hutan.

4. *Buffering Peak Event* (BPE)

Buffering Peak Event (BPE) menggambarkan kemampuan suatu DAS untuk menyangga kejadian puncak hujan jika dikaitkan dengan kejadian banjir, semakin besar nilai BPE maka kemampuan suatu DAS semakin besar pula. Nilai BPE dari masing-masing skenario dapat dilihat pada Gambar 17.



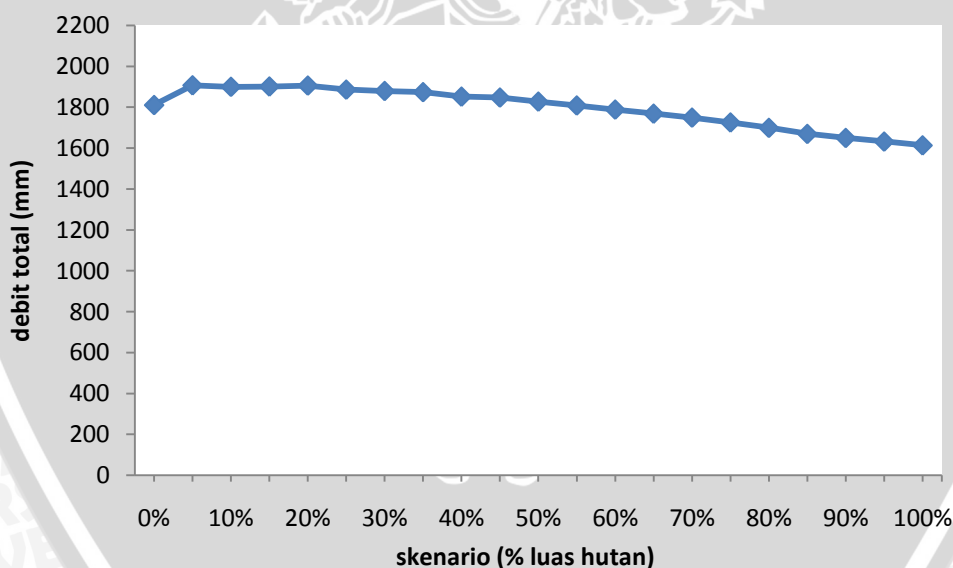
Gambar 17. Nilai *Buffering Peak Event* (BPE) per Skenario
 Nilai *Buffering Peak Event* (BPE) dari masing-masing skenario mengalami fluktuasi, yaitu pada skenario 0% hingga 30% hutan nilai BPE mengalami kenaikan rata-rata sebesar 0,004, sedangkan pada skenario 35% hingga 100% nilai BPE mengalami penurunan rata-rata sebesar 0,01. Dengan semakin meningkatnya luasan hutan nilai BPE semakin besar namun pada kondisi luasan hutan tertentu akan mengalami penurunan. Nilai BPE paling besar terdapat pada skenario 30% hutan yaitu sebesar 0,594, dan terus mengalami penurunan. Fluktuasi ini

membuktikan bahwa jumlah luasan hutan tidak selamanya berpengaruh positif, namun pada kondisi tertentu akan berpengaruh konstan atau bahkan terjadi penurunan fungsi. Hal tersebut membuktikan bahwa tidak selamanya hutan yang semakin luas meningkatkan kemampuan DAS dalam menjaga kejadian puncak hujan bila dikaitkan dengan kejadian banjir, namun setidaknya dengan semakin luas hutan, air yang disimpan akan semakin banyak. Air yang mengalir pada musim kemarau selain dipengaruhi oleh hutan juga dipengaruhi oleh kondisi geologi tanah serta morfologi DAS. Jika dilihat dari nilai BPE, maka luasan hutan yang baik untuk menyangga kejadian hujan jika dikaitkan dengan banjir adalah 30%, hal ini sesuai dengan UU No 27 tahun 2007.

5.6.2 Debit Total

5.6.2.1 Debit Total Tahunan Skenario

Nilai debit total dari masing-masing skenario tutupan lahan dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Nilai Total Debit (Q_{tot}) per Skenario

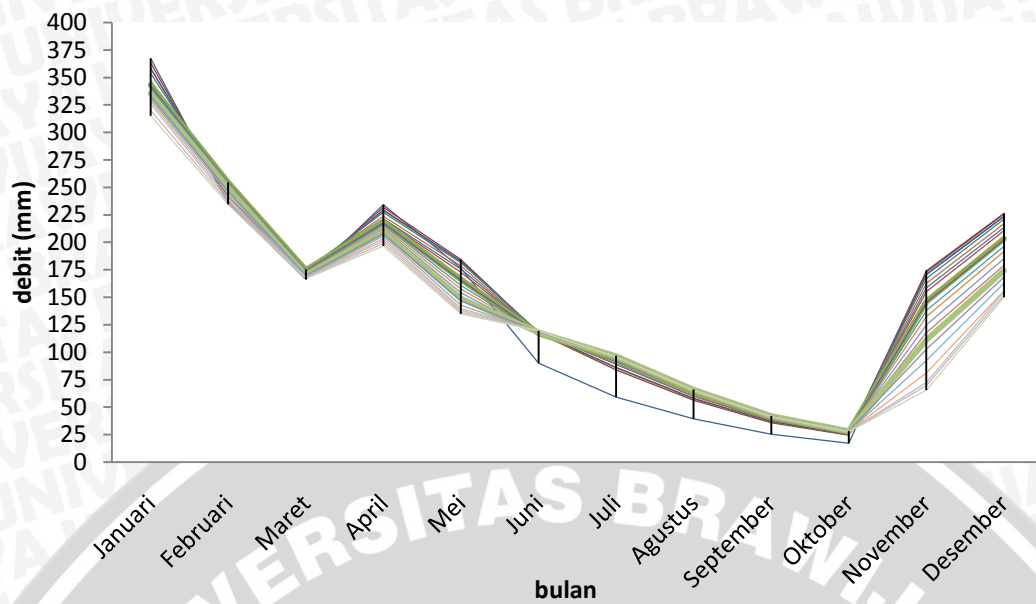
Debit total yang dihasilkan dari masing-masing skenario mengalami fluktuasi pada skenario 0% hingga 20% hutan dan kemudian mengalami penurunan dengan bertambahnya luasan hutan. Fluktuasi yang terjadi kemungkinan disebabkan oleh jumlah luasan hutan yang ada belum dapat berpengaruh terhadap total debit tahunan, sehingga nilai total debit tahunan yang dihasilkan tidak menentu. Pada skenario 0% total debit tahunan kecil karena

sebagian air hujan akan menjadi limpasan sedangkan air yang tersimpan sedikit, sehingga debit akan besar pada saat hujan namun sangat kecil pada musim kemarau. Penurunan total debit tahunan mulai terjadi pada skenario 25% hutan dan terus menurun hingga skenario 100% hutan. Penurunan yang terjadi cukup signifikan yaitu rata-rata sebesar 15 mm setiap kenaikan luasan hutan 5%. Jika di total dari skenario 0% hutan hingga 100% hutan penurunan yang terjadi cukup signifikan pada debit total tahunan yaitu sebesar 196,97 mm dari 0% hutan hingga 100% hutan. Nilai tersebut cukup kecil, namun jika dikonversikan menjadi m^3 perluasan Sub DAS Keduang akan menjadi sebesar $8,324 \times 10^{10} m^3$. Penurunan yang cukup besar dengan luasan Sub DAS Keduang yaitu $422,606611 km^2$. Terjadinya penurunan debit total dengan curah hujan yang sama menggambarkan bahwa kemampuan lahan dalam menyangga kejadian hujan puncak meningkat sehingga curah hujan yang turun sebagian besar akan tersimpan dalam tanah. Semakin banyak air yang tersimpan dalam tanah, maka kebutuhan air pada masa yang akan datang tercukupi. Air yang tersimpan akan dikeluarkan secara perlahan melalui *base flow* pada musim kemarau. Total debit berkaitan dengan kemampuan DAS menyangga kejadian puncak hujan, dimana hutan merupakan penggunaan yang paling berpengaruh. Semakin kecil total debit, maka resiko terjadinya banjirpun akan semakin kecil.

Seperti yang dijelaskan oleh Mulyana *et al.* (2007) bahwa pengaturan luasan hutan menjadi sangat penting dalam mengurangi resiko banjir di kawasan DAS, mengingat hutan merupakan penutupan yang paling baik dalam mencegah erosi. Hutan pada kawasan DAS juga berperan sebagai penyimpan air tanah pada saat intensitas hujan tinggi. hutan sangat efektif dalam mengendalikan aliran permukaan karena laju infiltrasi hutan sangat besar., sehingga dapat mengatur fluktuasi aliran sungai.

5.6.3.2 Debit Total bulanan

Total debit bulanan dari sekenario menunjukkan ada tidaknya perubahan total debit dari masing-masing bulan per masing-masing sekenario. Nilai total debit bulanan pada masing-masing skenario dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Debit Total Bulanan Skenario

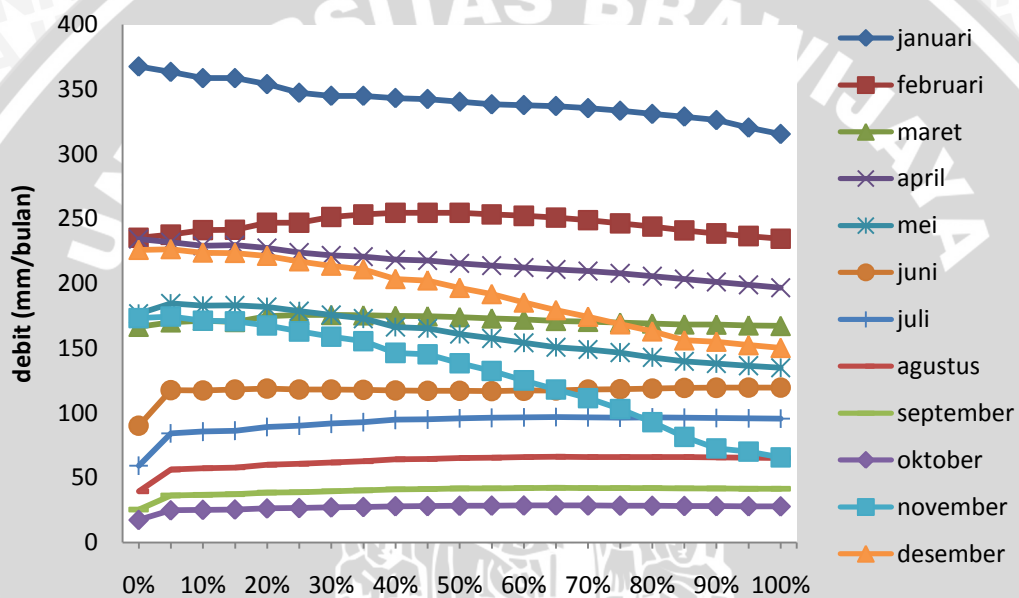
Pada Gambar 19, dapat terlihat nilai debit total bulanan dari masing-masing skenario, dimana terdapat total debit pada bulan-bulan tertentu yang mengalami kenaikan maupun penurunan. Grafik total debit bulanan dapat dikelompokkan menjadi 4 kelompok, yaitu kelompok 1 bulan November, Desember; kelompok 2 bulan Februari, Maret; dan kelompok 3 bulan Juni, Juli, Agustus, September, Oktober dan kelompok 4 bulan Januari, April, Mei. Pada skenario 0% hutan pada bulan Juni, Juli, Agustus, September, dan Oktober debit total yang dihasilkan sangat kecil jika dibandingkan dengan skenario 5% hutan, sehingga terjadi jarak yang renggang.

Jika dilihat jumlah hujan bulanan pada bulan-bulan tersebut, dimana November, Desember, Januari, April, dan Mei merupakan bulanan basah dimana curah hujan bulanan lebih dari 200 mm. Namun terjadi keanehan pada bulan Februari dimana curah hujan >200 mm namun perubahan debit dari skenario tidak signifikan. Hal tersebut dapat terjadi terjadi penurunan curah hujan yang cukup signifikan dari bulan Januari ke bulan Februari (561 mm – 302 mm) serta jumlah hari hujan bulan Februari yang sedikit jika dibandingkan dengan bulan Januari. Bulan Maret perubahan total debit bulanan juga tidak terlihat dengan jelas karena curah hujan bulan maret <200 mm.

Pada bulan Juni, Juli, Agustus, September, dan Oktober, perubahan debit total bulanan (kenaikan) dari masing-masing skenario tidak signifikan. Jika

dilihat dari curah hujan, pada bulan Juni masih terdapat curah hujan sebesar 106 mm, namun perubahan debit total tidak signifikan. Seperti halnya bulan Maret, bulan Juni curah hujan <200 mm sehingga perubahan debit total tidak signifikan. Pada bulan Juli hingga Oktober perubahan debit total yang terjadi tidak signifikan karena pada bulan-bulan tersebut tidak terjadi hujan (P=0).

Dapat dikatakan bahwa terjadi perubahan signifikan total debit bulanan pada bulan-bulan dengan curah hujan >200 mm dan perubahan total debit tidak signifikan pada bulan-bulan dengan curah hujan bulanan <200 mm. Perubahan nilai debit total bulanan pada masing-masing bulan dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Perubahan Total Debit per Bulanan dari Skenario Pada Gambar 20 dapat dilihat nilai total debit bulanan perbulan.

Penambahan presentase luasan hutan diikuti dengan kenaikan maupun penurunan total debit. Total debit mengalami penurunan pada bulan November, Desember, Januari, April dan Mei. Penurunan debit total bulanan berkaitan dengan kejadian puncak debit, kejadian banjir serta kemampuan lahan untuk menyangga kejadian puncak hujan. hal tersebut membuktikan bahwa semakin banyak hutan dalam suatu DAS, semakin baik dalam menurunkan kejadian puncak debit. Penurunan debit bulanan yang terjadi cukup signifikan yaitu rata-rata 4 mm per sekenario luasan hutan.

Selain penurunan debit terjadi pula kenaikan debit total setiap terjadi kenaikan luasan hutan yaitu pada bulan Juli, Agustus, September, Oktober. Bulan-

bulan yang mengalami kenaikan debit total merupakan bulan kering dengan curah hujan dibawah 100 mm/hari. Dengan kenaikan debit total berkaitan dengan kenaikan debit minimum dalam satu tahun, kenaikan debit minimum mengindikasikan meningkatnya ketersediaan air pada musim kemarau.

Selain terjadi kenaikan dan penurunan debit total bulanan, pada bulan februari dan maret total debit terjadi fluktuasi debit. Pada bulan Oktober debit yang dihasilkan kecil jika dibandingkan dengan bulan lainnya karena dari bulan Juli tidak terjadi hujan. Total September dan Oktober menggambarkan bahwa dengan penambahan luasan hutan dalam suatu daerah aliran sungai dapat meningkatkan nilai debit minimum atau menstabilkan debit minimum dalam satu tahun. Pada bulan Februari total debit bulanan mengalami penurunan yang tidak signifikan, sedangkan bulan Februari termasuk bulan basah. Hal tersebut berkaitan dengan curah hujan bulan dan debit bulan sebelumnya yaitu bulan Januari.

Pada saat musim hujan ketersediaan air pada Sub DAS Keduang melimpah bahkan terkadang menyebabkan banjir, sedangkan pada saat kemarau ketersediaan air mulai berkurang sehingga menyebabkan kekeringan. Fenomena ini menjelaskan bahwa ketersediaan sumber daya air di Sub DAS Keduang tidak dapat dijaga keseimbangannya sehingga memerlukan pengelolaan sumber daya air dan pengelolaan lahan yang baik (Rimaniar. 2012).

5.6.3 Debit bulan basah dan bulan kering

Menurut Oldeman dalam satu tahun dibagi menjadi 3, yaitu bulan basah (curah hujan >200), bulan lembab (curah hujan 100-200) dan bulan kering (curah hujan <100). Besarnya curah hujan terjadi dalam waktu satu bulan akan mempengaruhi total debit bulanan. Berdasarkan pembagian bulan tersebut, total debit bulanan dapat dibagi menjadi tiga pula. Pembagian debit bulanan berdasarkan curah hujan dapat dilihat pada Lampiran 4.

Seperti yang dijelaskan pada sub bab 5.6.3.2 bahwa terjadi perubahan nilai debit total dari masing-masing bulan setiap skenario penggunaan lahan. Pada bulan basah yaitu November, Desember, Januari, Februari, April, dan Mei mengalami penurunan total debit bulanan, bulan lembab yaitu Maret dan Juni, terjadi kenaikan dan penurunan debit total bulanan (fluktuatif), sedangkan pada bulan kering Juli

Agustus, September mengalami kenaikan debit total. Adanya penurunan debit total bulanan seiring kenaikan luasan hutan pada bulan basah kemungkinan disebabkan meningkatnya kemampuan lahan dalam menyangga hujan puncak sehingga hujan yang turun sedikit menjadi limpasan permukaan, sehingga jumlah hujan yang turun tidak mempengaruhi debit total. Semakin kecil hujan yang menjadi limpasan berakibat pada semakin kecilnya debit sungai dan semakin banyak air hujan yang dapat disimpan dalam tanah menjadi air tanah.

Terjadinya fluktuasi total debit pada bulan lembab dan bulan kering karena pengaruh dari jumlah hujan serta penambahan luasan hutan. Pada bulan maret dimana total hujan bulanan sebesar 101 mm debit total mengalami kenaikan yang cukup signifikan dengan kenaikan luasan hutan, sedangkan pada bulan juni terjadi fluktuasi debit total bulanan. Jika diamati bulan juli agustus masing dipengaruhi oleh curah hujan bulan sebelumnya yaitu bulan juni, sehingga debit total mengalami kenaikan, sedangkan bulan september dan oktober bulan sebelumnya (juli, agustus) sudah tidak terjadi hujan yang mengakibatkan debit total mengalami penurunan.

Dapat dikatakan bahwa pada bulan basah debit total dipengaruhi sepenuhnya oleh luasan penggunaan hutan, sedangkan pada bulan lembab dan bulan kering selain dipengaruhi oleh luasan penggunaan hutan juga dipengaruhi oleh jumlah hujan pada bulan itu dan bulan sebelumnya. Total debit pada bulan kering berkaitan dengan ketersediaan air pada musim kemarau, jika terjadi peningkatan total debit pada bulan kering menandakan bahwa ketersediaan air pada musim kemarau meningkat. Pada musim hujan ketersediaan air di Sub DAS Keduang melimpah, sedangkan pada saat kemarau ketersediaan air mulai berkurang sehingga menyebabkan kekeringan. Fenomena banjir pada saat musim hujan dan kekeringan pada saat musim kemarau menjelaskan bahwa ketersediaan sumber air pada Sub DAS Keduang tidak dapat dijaga keseimbangannya.

VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

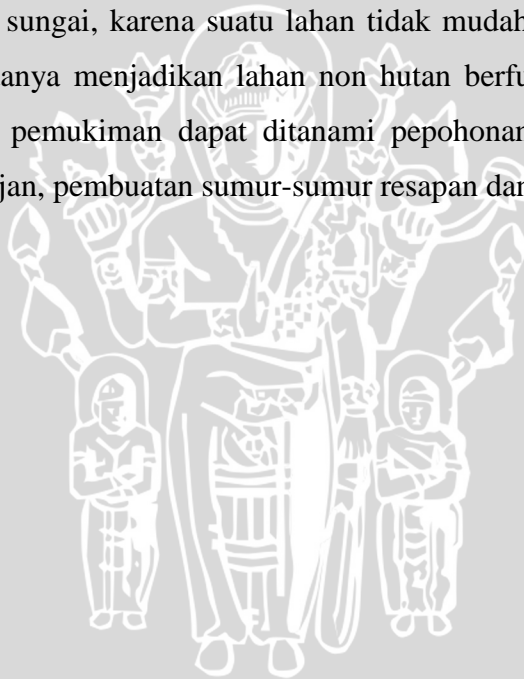
Dari hasil pengamatan dapat disimpulkan bahwa

1. Berdasarkan indikator hidrologi dapat diketahui bahwa penggunaan lahan yang paling sensitif adalah pemukiman dan diikuti hutan. Dimana hutan sensitif terhadap indikator BI dan BPE sedangkan pemukiman sensitif terhadap indikator TWY dan RBI. Untuk total debit tahunan pemukiman merupakan penggunaan yang paling berpengaruh dibandingkan dengan penggunaan lahan lain.
2. Optimalisasi penggunaan lahan berkaitan dengan kesehatan suatu daerah aliran sungai dapat dilihat berdasarkan indikator hidrologi, total debit tahunan, total debit bulanan serta jumlah debit pada bulan basah dan bulan kering. Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa:
 - Pada indikator hidrologi, skenario kenaikan luasan hutan memberikan dampak yang positive. Pada nilai *Total Water Yield* (TWY), kenaikan luasan hutan berpengaruh pada penurunan nilai TWY, pada *Buffering Indicator* (BI) berpengaruh terhadap kenaikan nilai BI, nilai *Relatif Buffering Indicator* (RBI) mengalami kenaikan dengan semakin meningkatnya presentase luasan hutan. Sedangkan pada *Buffering Peak Event*, skenario peningkatan luasan berakibat terhadap kenaikan nilai BPE pada skenario 0% hingga 30% dan penurunan nilai BPE pada skenario 35% hingga 100%, sehingga tutupan lahan hutan yang paling baik atau optimum adalah penutupan hutan 30% dari keseluruhan luas Sub DAS Keduang
 - Debit total tahunan mengalami penurunan dengan bertambahnya luasan hutan pada Sub DAS Keduang. Penurunan debit total dari 0% hingga 100% hutan sebesar 196,97 mm atau sebesar $8,324 \times 10^{10} \text{ m}^3$ dengan rata-rata penurunan per skenario sebesar 15 mm. Untuk total debit bulanan pada bulan November, Desember, Januari, April, dan Mei mengalami penurunan, sedangkan pada bulan Februari, Maret, Juni mengalami fluktuasi dan pada bulan Juli, Agustus, September, Oktober mengalami peningkatan.

- Kenaikan luasan hutan pada Sub DAS Keduang mempengaruhi kondisi debit pada bulan basah dan bulan kering. Terjadi penurunan total debit pada bulan basah (bulan November, Desember, Januari, Februari, April, dan Mei) dan kenaikan total debit pada bulan kering (bulan Juli, Agustus, September dan Oktober).

6.2 Saran

Jika dilihat dari perubahan hidrologi yang terjadi dengan berbagai skenario penggunaan lahan, menunjukkan bahwa penggunaan lahan berpengaruh terhadap debit air. Penambahan luasan hutan harus diimbangi dengan kebutuhan masyarakat, dimana kondisi saat ini hutan menjadi sangat kecil. Diharapkan dengan adanya penelitian ini menjadikan kita sadar betapa pentingnya peranan hutan dalam hidrologi sungai, karena suatu lahan tidak mudah dihindarkan maka solusi yang terbaik adanya menjadikan lahan non hutan berfungsi sebagaimana hutan. Misalnya pada pemukiman dapat ditanami pepohonan yang berfungsi sebagai penahan air hujan, pembuatan sumur-sumur resapan dan sebagainya.



DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. 2007. Hidrologi dan pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Baniva, R., Sobriyah., dan Susilowati. 2013. Simulasi Pengaruh Tata Guna Lahan terhadap Debit Banjir di DAS Keduang. Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Surakarta.
- Darmawan, E. 2009. Ruang Publik dalam Arsitektur Kota. Badan Penerbit UNDIP. Semarang.
- Dewajati, R. 2003. Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan DAS Kaligarang terhadap Banjir di Kota Semarang. Thesis. Magister Teknik Pengembanggan Kota Universitas Diponegoro, Semarang.
- Farida dan M. Van Noordjwi.. 2003. Analisa Debit Sungai Akibat Alih Guna Lahan dan Aplikasi Model GenRiver pada DAS Way Besai, Sumberjaya. Word Agroforestry Centre-ICRAF SE Asia. Agrivita 26 (1) : 39-47.
- Hidayat, Y., N. Sinukaban., H. Pawitan., dan S. D. Tarigan. 2007. Dampak Perambahan Hutan Taman Nasional Lore Lidudu terhadap Fungsi Hidrologi dan Beban Erosi (Studi Kasus Daerah Aliran Sungai Napu Hulu, Sulawesi Tengah). Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia 2007 vol 12 hlm 84-92.
- Isa, I. 2004. Strategi Pengendalian Alih Fungsi Lahan Pertanian. Badan Pertanahan Nasional. Jakarta.
- Jayadi, R. 2000. Hidrologi 1 Pengenalan Hidrologi Teknik Sipil. UGM Press. Yogyakarta.
- Kurnia, U., Sudirman., dan H. Kusnadi. 2005. Teknologi Rehabilitasi dan Reklamasi Lahan dalam Teknologi Pengelolaan Lahan Kering: Menuju Pertanian Produktif dan Ramah Lingkungan. Puslitbangtanak. Bogor. PP 147-182.
- Kurniawan, A. 2005. Transformasi Pelayanan Publik. Yogyakarta PEMBANGUNAN. Yogyakarta.
- Lusiana, B., R. H. Widodo., E. Mulyoutami., D. A. Nugroho., dan M. van Noordwijk. 2008. Kajian Kondisi Hidrologi DAS Talu, Kab Belu, NTT. Working Paper 59. ICRAF. Bogor.
- Murdiyarso, D dan S. Kurnianto. 2007. Peranan Vegetasi dalam Mengatur Pasokan Air. Workshop Peran Hutan dan Kehutanan dalam Meningkatkan Daya Dukung DAS. 22 Nopember 2007. Surakarta.

- Mulyana, N., C. Kusumah., K. Abdullah., dan L. B. Prasetio. 2007. Hubungan Luas Tutupan Hutan Terhadap Potensi Banjir dan Koefisien Limpasan di Berbagai DAS di Indonesia. Workshop Peran Hutan dan Kehutanan dalam Meningkatkan Daya Dukung DAS. Surakarta.
- Pawitan, H. 2012. Perubahan Penggunaan Lahan dan Pengaruhnya Terhadap Hidrologi Daerah Aliran Sungai. ISBN 978-974-34-5. 65-80. (<http://referensi.dosen.narotama.ac.id/files/2012/01/Perubahan-Penggunaan-Lahan-dan-Pengaruhnya-terhadap-Hidrologi-daerah-Aliran-Sungai.Pdf>).
- Pujiharta, A. 2008. Pengaruh Pengelolaan Hutan pada Hidrologi (*Influence of Forest Management on Hidrology*). Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam, Bogor. V (2):141-150.
- Rahayu, S. 2008. Studi Analisis Kualitas Tanah pada Beberapa Penggunaan Lahan dan Hubungannya dengan Tingkat Erosi Sub DAS Keduang Kecamatan Jatisrono Wonogiri. *Thesis*. Program Pasca Sarjana. Universitas Sebelas Maret
- Rimaniar, J. 2012. Analisa Neraca Air di DAS Keduang. Tugas Akhir. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Sriharto, Br. 1993. Analisa Hidrologi. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Suprayogo, D., Widiyanto., B. Lusiana., dan M. van Noordjiwk. 2002. Neraca Air dalam Sistem Agroforestri. LectureNote 7. Word Agroforestry Center, ICRAF. Bogor.
- Suripin. 2004. Drainase Perkotaan Berkelanjutan. ANDI. Yogyakarta.
- Tjakrawarsa, G., dan I. B. Purnomo. 2011. Perubahan Tingkat Sedimen Terlarut di Sungai Keduang Periode 1994-2010. BPTKPDAS. Surakarta.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang.
- Van Noordjiwk, M., R. H. Widodo., Farida., D, Suyamto., B. Lusiana., L. Tanika., and N. Khasanah. .2011. GenRiver and FlowPer: GenericRiver Flow Persistence Models. User Manual Version 2.0. World Agroforestry Center (ICRAF) Southeast Asia Regional Program. 117p.
- Verbist, B., A. E. Putra., dan S. Budidarsono. 2004. Penyebab Alih Guna Lahan dan Akibatnya Terhadap Fungsi Daerah Aliran Sungai (DAS) pada Landsekap Agroforestri Kopi DI Sumatra. *Agrivita* 26 (1): 29-38.
- Wahyuni., B. Mapangaja., dan D. Malamassam. 2012. Karakteristik Debit Sungai pada DAS Tollo Hulu (Sub DAS Janepangkalungan dan Sub DAS Janelalingga). Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin.

Wahyunto, M. Z., Abidin., dan A. Priyono. 2001. Studi perubahan penggunaan lahan di Sub Das Citarik, Jawa Barat dan DAS Kaligarang, Jawa Tengah. Dalam Prosiding Seminar Nasional Multifungsi Lahan Sawah, Bogor, 1 Mei 2001. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanahdan Agroklimat, Bogor. hlm. 39–63.

Wibowo, M. 2005. Analisa Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Debit Sungai (Studi Kasus Sub DAS Cikapundung Gandok, Bandung). Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. P3PL-BPPT 6 (1):283-290.

Widianingsih, W. 2008. Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan di Sub DAS Keduang Ditinjau dari Aspek Hidrologi (Tesis). Universitas Sebelas Maret Surakarta. Surakarta.

Widianto., D. Suprayogo., H. Noveras., R. H. Widodo., P. Purnamasidhi., dan M. van Noordjwk. 2003. Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Lahan Pertanian: Apakah Fungsi Hidrologis Hutan dapat Digantikan Sistem Kopi Monokultur?. Agrivita 2004 vol 26. Malang.



Lampiran 1. Data Curah Hujan Sub DAS Keduang
Data Curah Hujan Harian
Luas DAS: 42.261 Ha

Sub DAS: Keduang
Tahun:2003

tgl	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	14
2	17	0	4	0	0	0	0	0	0	25	146	7
3	5	0	46	0	0	0	0	0	0	10	0	10
4	0	62	86	0	0	0	0	0	0	0	0	17
5	21	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
6	16	12	0	6	0	0	0	42	0	25	0	20
7	0	30	21	0	0	0	0	0	0	50	0	8
8	10	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	21
9	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
10	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
11	2	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0
15	45	17	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0
16	3	0	0	11	0	0	0	0	0	0	14	0
17	23	15	16	0	0	0	0	0	0	0	45	0
18	7	9	29	0	0	0	0	0	0	0	39	0
19	15	0	34	0	0	0	0	0	0	0	36	0
20	30	0	0	0	0	28	0	0	0	0	45	0
21	12	5	20	0	0	16	0	0	0	0	60	0
22	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	14	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	39
26	60	0	11	0	0	0	0	0	0	25	0	0
27	0	0	8	0	0	0	0	0	0	4	3	0
28	20	12	0	0	0	0	0	0	0	29	39	4
29	9		10	0	0	0	0	0	0	11	0	9
30	35		25	0	0	0	0	0	0	37	0	0
31	0		0		0	0	0			49		0
Jml hujan	422	241	341	21	0	51	0	42	0	265	627	193
jml hri hujan	22	14	14	3	0	3	0	1	0	10	13	13

Lampiran 1. lanjutan
 Data Curah Hujan Harian
 Luas DAS: 42.261 Ha

Sub DAS: Keduang
 Tahun:2004

Tgl	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	10	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	39
2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	35
3	0	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	194
4	3	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	9	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	17	0	19	10	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	25	20	0	30	0	0	0	0	0	0	24
8	0	16	5	0	32	0	0	0	0	0	7	0
9	1	3	4	0	0	0	0	0	0	0	18	0
10	8	0	1	8	0	0	0	0	0	0	29	0
11	13	4	0	0	0	0	0	0	0	3	47	0
12	7	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	9
13	70	7	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	30	2
15	10	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	32
16	6	22	0	1	0	0	0	0	0	0	57	1
17	61	0	0	0	0	0	0	0	0	18	23	42
18	20	0	7	0	0	0	0	16	0	0	14	0
19	7	0	6	5	0	0	0	0	0	9	0	27
20	29	51	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0
21	26	31	0	0	9	0	0	0	0	0	37	21
22	10	0	3	0	0	0	0	0	0	0	38	2
23	8	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	67	13	0	20	11	0	0	0	0	16	14	13
25	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	29	222
26	3	12	0	0	5	0	0	0	0	1	52	42
27	14	1	0	0	0	0	0	0	0	24	19	31
28	17	10	0	0	4	0	0	0	0	7	0	12
29	0	0	0	5	26	0	0	0	0	0	47	0
30	85		0	0	4	0	0	0	0	0	67	0
31	0		0		52		0	0		0		0
Jml hujan	506	245	160	99	205	0	0	16	0	78	528	748
jml hri hujan	25	14	15	8	10	0	0	1	0	7	16	17



Lampiran 1. lanjutan
 Data Curah Hujan Harian
 Luas DAS: 42.261 Ha

Sub DAS: Keduang
 Tahun: 2005

Tgl	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	10	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	17	15	0	0	0	0	0	0	0	66
3	0	22	0	25	0	0	0	0	0	0	2	12
4	3	2	0	21	0	0	0	0	0	0	0	3
5	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	18	0
6	34	0	0	3	0	0	0	0	7	0	0	0
7	6	0	4	16	0	0	0	0	0	0	0	49
8	8	25	16	0	0	0	0	0	0	0	0	133
9	3	35	0	0	0	0	0	0	5	0	7	4
10	5	47	3	0	0	0	0	0	0	0	11	25
11	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	8
12	9	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
13	10	24	114	0	0	0	0	0	0	0	0	30
14	0	39	0	3	0	0	0	0	0	0	4	0
15	15	19	7	0	0	0	0	0	0	0	8	4
16	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
17	12	75	0	23	0	0	0	0	0	19	14	69
18	6	34	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0
19	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108
21	15	58	41	5	0	0	0	0	0	0	17	55
22	24	11	90	3	0	0	0	0	0	0	0	33
23	20	29	23	0	0	0	0	0	0	0	0	38
24	0	17	1	0	0	0	0	0	0	8	2	0
25	21	87	2	3	0	0	0	0	0	0	0	3
26	34	0	37	0	0	0	0	0	0	0	2	12
27	18	5	17	0	0	0	0	0	0	0	1	16
28	19	3	54	0	4	0	0	0	0	0	0	66
29	13		2	3	0	0	0	0	0	0	27	0
30	3		0	0	0	0	0	0	0	17	112	33
31	0		62		0		0	0		0		29
Jml hujan	308	610	499	152	10	0	0	0	12	44	251	906
jml hri hujan	23	18	17	0	0	0	0	0	0	0	14	24



Lampirn 1. lanjutan

Data Curah Hujan Harian

Sub DAS: Keduang

Luas DAS: 42.261 Ha

Tahun: 2006

tgl	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	16	27	11	10	2	2	0	0	0	0	0	0
2	8	26	18	7	4	1	0	0	0	0	0	0
3	9	2	24	20	34	17	0	0	0	0	0	0
4	2	2	0	18	4	0	0	0	0	0	0	6
5	17	32	0	9	3	0	0	0	0	0	0	4
6	0	48	8	35	10	0	0	0	0	0	0	11
7	0	5	2	26	8	0	0	0	0	0	0	1
8	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
9	0	31	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0
10	42	32	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0
12	9	43	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
13	23	25	0	28	0	0	0	0	0	0	0	39
14	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	15
15	2	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
16	8	1	1	11	0	0	0	0	0	0	0	1
17	14	92	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
18	32	9	0	23	0	0	0	0	0	0	0	5
19	8	5	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0
20	3	11	3	51	0	0	0	0	0	0	0	38
21	0	45	23	0	18	0	0	0	0	0	0	5
22	0	7	25	2	8	0	0	0	0	0	0	10
23	10	8	8	5	11	0	0	0	0	0	12	2
24	11	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	2
25	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92
26	25	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
27	16	36	0	0	3	0	0	0	0	0	40	0
28	14	0	2	0	2	0	0	0	0	0	78	116
29	2		3	0	0	0	0	0	0	0	4	23
30	0		9	0	0	0	0	0	0	0	0	30
31	31		7		0		0		0			15
Jml hujan	323	487	162	285	128	20	0	0	0	0	134	415
jml hri hujan	22	20	17	19	17	3	0	0	0	0	4	18



Lampiran 1. lanjutan
Data Curah Hujan Harian
Luas DAS: 42.261 Ha

Sub DAS: Keduang
Tahun:2007

tgl	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	8	0	0	23	0	0	0	0	0	0	61	0
2	11	0	0	25	0	0	0	0	0	0	9	23
3	1	21	15	0	0	15	0	0	0	0	0	18
4	0	26	7	20	0	4	0	0	0	0	0	11
5	0	51	2	0	0	0	0	0	0	0	5	2
6	0	16	61	5	0	0	0	0	0	0	37	6
7	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	34	9
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	7
9	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	11	12
10	0	1	0	9	2	0	0	0	0	0	0	3
11	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	41
12	0	0	14	15	0	0	0	0	0	0	0	27
13	0	0	16	0	0	0	9	0	0	0	0	5
14	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	7
15	0	34	2	27	10	0	0	0	0	0	0	32
16	0	2	30	2	0	0	0	0	0	0	0	25
17	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	9
18	0	7	2	0	11	0	2	0	0	0	0	29
19	0	9	0	6	15	0	0	0	0	0	0	59
20	11	6	18	91	10	1	0	0	0	0	0	43
21	4	2	5	0	21	0	0	0	0	0	0	39
22	49	31	53	0	0	0	0	0	0	16	0	44
23	13	3	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	8	6	4	0	0	0	0	0	3	0	0
25	0	30	2	41	0	0	0	0	0	8	0	117
26	0	16	1	1	0	0	0	0	0	0	0	17
27	0	7	0	33	0	0	0	0	0	0	0	38
28	10	0	34	0	0	35	0	0	0	8	17	41
29	14		73	0	14	2	0	0	0	39	8	12
30	5		0	0	17	0	0	0	0	17	0	39
31	2		20		0		0			40		0
Jml hujan	128	276	381	311	110	57	11	0	0	143	182	715
jml hri hujan	11	18	20	16	10	5	2	0	0	8	8	27

Lampirn 1. lanjutan
 Data Curah Hujan Harian
 Luas DAS: 42.261 Ha

Sub DAS: Keduang
 Tahun: 2008

tgl	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	7	0	4	7	0	0	0	0	0	13	24	0
2	2	0	0	2	13	0	0	0	0	0	12	0
3	3	26	2	27	44	0	0	0	0	0	117	0
4	7	37	9	0	0	0	0	0	0	0	4	0
5	11	19	17	4	12	0	0	0	0	0	50	0
6	6	2	39	11	7	0	0	0	0	0	6	0
7	0	9	12	8	5	0	0	0	0	50	10	5
8	15	0	0	36	0	0	0	0	0	107	22	10
9	0	14	20	7	0	0	0	0	0	10	26	30
10	0	15	27	3	0	0	0	0	0	0	12	5
11	6	23	0	0	0	0	0	0	0	0	28	32
12	7	10	2	0	0	0	0	0	0	10	30	0
13	20	2	6	0	0	0	0	0	0	0	28	0
14	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0
15	8	21	15	0	0	0	0	0	0	0	41	0
16	2	13	8	0	0	0	0	0	0	0	18	11
17	0	0	19	0	0	0	0	0	0	15	4	0
18	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	81	2
19	0	22	5	0	0	0	0	0	0	0	17	0
20	0	1	13	0	0	0	0	0	0	0	112	0
21	0	12	8	0	0	0	0	0	0	0	7	0
22	0	0	21	12	0	0	0	0	0	86	0	29
23	0	17	26	3	0	0	0	0	0	10	0	0
24	0	5	29	0	0	0	0	0	0	15	90	0
25	1	3	0	4	0	0	0	0	0	0	14	0
26	0	2	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0
27	0	31	13	0	0	0	0	0	0	27	3	0
28	5	7	2	0	0	0	0	0	0	93	0	60
29	17	5	1	0	0	0	0	0	0	20	0	4
30	36		57	21	0	0	0	0	0	46	0	2
31	18		0		0		0			2		0
Jml hujan	176	305	355	145	81	0	0	0	0	531	786	190
jml hri hujan	18	24	23	13	5	0	0	0	0	15	24	11



Lampiran 1. lanjutan
Data Curah Hujan Harian
Luas DAS: 42.261 Ha

Sub DAS:Keduang
Tahun:2009

tgl	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags t	Sep	Okt	Nov	Des
1	0	75	100	0	0	0	0	0	0	0	20	0
2	11	81	0	57	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	50	0	17	0	0	0	0	0	0	22	0
4	0	16	0	54	0	14.5	0	0	0	0	0	0.5
5	49	12	0	33	0	0	0	0	0	0	1	13.7
6	0	41	33	0	0	0	0	0	0	0	32.5	0
7	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	11	0	6.5	31.5	0	0	0	0	4	2.7
9	64	0	0	0	42	0	0	0	0	4	0	2.5
10	8	0	0	0	22.5	0	0	0	1.7	0.5	0	0
11	84	98	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0
12	18	15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
13	43	10	0	7	0	0	0	0	0	6	0	0
14	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0
16	64	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	68	70	0	12	0	0	0	0	0	11.8	0
18	0	0	0	110	46	0	0	0	0	0	11	0
19	66	4	0	9	1.5	0	0	0	0	0	0	0
20	0	2	22	50	10	0	0	0	0	0	1.5	0
21	0	147	19	0	12.5	0	0	0	0	0	63.5	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
23	0	0	0	16	0	0	0	0	0	13	0	25
24	20	20	50	6	0	0	0	0	0	33	0	5.9
25	5	10	13	0	0	0	0	0	0	24.5	13.5	0
26	20	42	14	0	52	0	0	0	0	0	2.5	0
27	11	9	10	2	0	0	0	0	0	0	4	65
28	48	0	10	0	0	0	0	0	0	13	4	0
29	5		102	0	0	0	0	0	43.9	0	0	6.2
30	65		0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.8
31	0		0		0		0	0		0		25
Jml hujan	607	760	454	361	214	46	0	0	45.6	95	216.3	152.3
jml hri hujan	18	18	12	11	10	2	0	0	2	8	16	10

Lampiran 1. lanjutan
Data Curah Hujan Harian
Luas DAS: 42.261 Ha

Sub DAS: Keduang
Tahun: 2010

tgl	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0
2	12.8	0	0	0	10	7.5	9	0	0	0	0	12
3	2.8	0	9	4	0	7	3	0	0	0	0	7
4	0.5	0	0	1	5	5.5	0	0	0	0	0	36
5	5.8	0	0	3	7	0	0	0	0	0	14	55
6	12.3	0	0	2	19	2	0	0	0	0	27	67
7	0.5	0	44	5	0	0	28	0	0	0	13	48
8	8.3	0	0	8	0	0	0	0	7	0	19	10
9	18.8	0	49	4	0	17	0	0	15	0	71	60
10	8.7	0	0	39	7	6	0	0	9	0	7	60
11	8.5	0	0	0	2	0	0	0	6	10	0	7
12	8.8	0	7	0	29	5	10	0	19	17	0	13
13	16	0	0	7	2	0	0	0	0	16	0	0
14	8.9	0	77	60	11	5	0	0	0	0	0	3
15	3.8	0	0	0	47	4	0	0	0	132	0	0
16	8.8	0	16	5	19	0	0	0	0	15	0	48
17	27	0	0	0	12	0	5	0	10	5	19	0
18	10.08	0	0	3	3	0	0	0	0	5	0	21
19	7.5	0	0	10	0	0	0	0	0	149	0	29
20	8.2	0	0	0	5	0	0	0	13	16	20	0
21	5.9	0	30	5.5	0	0	0	26	0	0	0	48
22	0	0	5	0	15	0	0	5	0	16	0	3
23	1.7	0	24	4.5	4	0	0	0	0	6	7	0
24	2.6	0	0	40	0	0	0	8.5	0	0	0	0
25	5	6	0	4.5	7	0	0	0	0	2	4	0
26	5.8	0	22	16	12	0	0	0	0	0	0	13
27	2.6	0	0	60	0	0	0	0	8	28	0	0
28	0	0	3.5	0	0	0	0	0	0	12	0	19
29	2		5	0	0	0	0	0	0	40	42	8
30	0		85	0	0	0	0	0	0	70	0	4
31	0		0		0		0			0		20
Jml hujan	203.68	6	376.5	281.5	216	59	55	39.5	87	539	268	591
jml hri hujan	26	1	13	19	18	9	5	3	8	16	12	22

Lampiran 1. lanjutan
 Data Curah Hujan Harian
 Luas DAS: 42.261 Ha

Sub DAS: Keduang
 Tahun: 2011

tgl	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	9	2	4	20	11	0	0	0	0	0	0	7
2	6	0	9	0	17	0	0	0	0	0	6	19
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0
5	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	8	5	8	0	15	0	0	0	0	0	5	0
7	16	0	12	0	0	0	0	0	0	0	2	0
8	0	10	2	3	0	0	0	0	0	0	19	0
9	12	8	13	8	0	0	0	0	0	0	2	0
10	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
11	6	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	8
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	10
15	6	20	0	0	6	0	0	0	0	0	26	1
16	12	0	0	0	3	0	0	0	0	0	14	0
17	6	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0
18	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	2
19	18	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	15
20	19	0	0	15	0	0	0	0	0	0	15	48
21	0	8	6	0	0	0	0	0	0	0	10	8
22	15	4	10	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0
23	10	17	12	0	0	0	0	0	0	0	18	0
24	0	3	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
25	6	0	0	16	0	0	0	0	0	8	0	3
26	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	9	12	0	0	0	0	0	0	0	0	8
28	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2.5
29	0		13	0	0	0	0	0	0	0	0	4.5
30	6		0	0	6	0	0	0	0	3	0	0
31	0		0		0		0			10		6
Jml hujan	158	149	139	89	62	0	0	0	0	21	191.5	142
jml hri hujan	16	15	15	8	7	0	0	0	0	3	15	14

Lampiran 1. lanjutan
 Data Curah Hujan Harian Sub DAS: Keduang
 Luas DAS: 42.261 Ha Tahun: 2012

tgl	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	0	0	0	10.5	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	4.5
3	0	0	6	12	0	0	0	0	0	0	15	5
4	0	0	0	1.5	3	0	0	0	0	0	0	23
5	0	0	4	0	15	0	0	0	0	0	0	12
6	3	0	4	0	7	0	0	0	0	0	0	11
7	0	0	25	0	4	0	0	0	0	0	0	9
8	8.5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	12
9	10.5	0	10	0	0	17	0	0	0	0	30	10.5
10	5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	8.6
11	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
12	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	11	0	7.5	0	0	0	0	0	0	0	11	12
14	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	20
16	0	2.5	0	10	0	0	0	0	0	0	42	3
17	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	7	13
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	8
19	0	28	20	0	0	0	0	0	0	0	0	2
20	0	17	8	0	0	8	0	0	0	0	0	4
21	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
22	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0
23	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0
24	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
26	0	7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
28	0	6.5	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	3	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0		0	0	0	0	0	0	0	7	0	8
31	0		26		0		0	0		0		17
Jml hujan	44.5	81.5	118.5	59	29	30	0	0	0	7	227	207.6
jml hri hujan	6	10	12	8	4	3	0	0	0	1	11	14

Lampiran 1. lanjutan
Data Curah Hujan Harian
Luas DAS: 42.261 Ha

Sub DAS: Keduang
Tahun:2013

tgl	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	4	10	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	10	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0.2
3	15	0	14	16	0	15	0	0	0	0	24.5	0
4	20	26	10	7	0	0	0	0	0	0	0	0
5	50	15	0	27	0	9	0	0	0	0	0	0
6	60	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	10	11	40	0	7	0	0	0	0	35	0
8	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.5	8.5
10	0	0	4	17	0	13	0	0	0	0	12.5	55
11	0	6	0	0	0	2	0	0	0	0	40	27.5
12	39	8	6	5	0	0	0	0	0	0	14	11
13	27	25	0	0	0	0	0	0	0	0	30	21
14	0	0	0	0	6	7	0	0	0	0	36.5	48
15	2	0	0	18	11	0	0	0	0	0	38.5	0
16	9	17	22	30	7	0	0	0	0	0	18	4.5
17	6	0	0	18	10	6	0	0	0	0	10	4.5
18	14	0	0	39	16	0	0	0	0	0	0	0.8
19	20	24	0	47	21	0	0	0	0	0	7.5	3
20	37	30	0	5	25	3	0	0	0	0	8	10
21	0	4	0	0	37	7	0	0	0	0	0	27
22	22	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	51.5
23	10	0	4	0	24	0	0	0	0	0	0	2
24	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
25	26	29	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3.1
26	40	36	5	0	0	5	0	0	0	0	3	0
27	30	24	7	0	25	0	0	0	0	0	0	9
28	40	14	0	0	31	16	0	0	0	0	0	0
29	16		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	12		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0		0		0		0		0			21
Jml hujan	561	302	101	269	213	106	0	0	0	0	287	340.6
jml hri hujan	25	16	10	12	11	13	0	0	0	0	15	0

Lampiran 2. Data Debit Sub DAS Keduang tahun 2003-2013

Data debit harian (m³/dt)

Luas DAS: 42.261 Ha

SPAS/Sub DAS Keduang

Tahun 2003

tgl	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	8.270	6.874	5.538	3.841	1.950	1.950	1.950	1.718	2.176	1.949	6.595	2.612
2	7.174	3.841	6.255	4.230	1.718	1.718	1.950	1.718	2.176	1.949	5.154	2.612
3	5.639	4.663	8.142	3.442	1.480	1.718	1.950	1.718	2.176	1.949	4.612	2.612
4	24.816	5.538	13.334	3.442	1.232	1.480	1.718	1.718	1.950	1.949	4.612	2.612
5	6.493	4.612	8.804	3.240	1.480	1.950	1.950	1.718	2.176	1.949	4.612	3.901
6	6.954	5.186	6.954	2.825	1.950	1.950	1.718	1.718	2.396	1.949	4.612	3.643
7	4.036	6.132	4.987	2.396	1.950	1.950	1.950	1.718	2.176	1.949	4.612	3.240
8	4.420	5.408	3.240	2.396	2.176	1.718	1.718	1.718	2.176	1.949	4.612	3.240
9	4.420	4.996	3.240	2.396	1.950	1.950	2.176	1.718	2.176	1.949	4.612	12.218
10	4.420	5.719	3.643	2.176	1.950	1.950	1.950	1.718	1.950	1.949	2.612	7.132
11	4.420	8.308	10.140	2.176	1.950	1.718	1.950	1.718	1.950	1.949	2.612	6.431
12	4.612	6.870	13.034	2.396	1.718	1.950	1.718	1.718	1.718	2.175	2.612	6.255
13	4.612	6.255	5.538	2.612	1.950	1.718	1.950	1.950	1.950	2.175	2.612	6.077
14	4.800	4.612	11.042	2.396	1.950	1.480	1.950	1.718	1.950	2.175	2.612	6.077
15	4.987	6.244	7.807	2.612	1.950	1.950	1.950	1.718	1.950	2.175	2.612	4.612
16	5.356	7.975	4.987	2.396	1.950	1.718	1.718	1.950	1.950	2.175	2.612	4.612
17	5.356	5.356	2.825	2.176	2.612	1.950	1.718	1.718	2.176	2.175	2.612	4.612
18	3.442	9.602	3.034	2.396	2.612	1.718	1.950	1.718	2.176	2.175	4.457	4.612
19	3.240	10.255	2.825	1.950	2.176	1.950	1.718	1.718	2.176	2.175	8.596	4.612
20	3.442	6.255	3.034	2.176	1.780	1.718	1.450	2.396	2.176	2.175	4.250	4.612
21	3.240	5.719	3.034	1.950	1.480	1.950	1.718	2.176	2.176	2.396	5.954	4.612
22	3.034	4.989	3.240	2.176	1.718	1.718	1.950	2.176	2.176	2.396	4.324	5.334
23	3.643	4.800	3.240	2.176	1.950	1.950	1.950	2.176	1.950	2.612	4.220	8.184
24	4.422	8.639	2.825	2.176	2.176	1.950	2.176	2.396	1.718	2.612	4.612	4.612
25	4.422	8.639	2.825	2.176	2.396	2.176	1.950	2.176	1.950	2.612	18.635	4.874
26	3.841	11.817	2.825	2.396	2.396	1.950	2.176	2.176	1.950	2.612	5.488	4.800
27	4.182	6.954	2.825	2.396	2.176	2.396	1.950	2.176	1.950	2.612	3.847	4.800
28	6.172	2.825	2.825	2.396	1.950	2.612	1.950	2.176	1.950	3.033	3.841	4.800
29	9.518		2.825	2.396	2.176	2.396	1.950	2.176	1.718	3.033	4.162	4.612
30	2.841		3.034	2.396	1.950	2.612	1.950	2.176	1.718	3.033	4.422	4.612
31	8.488		2.612		2.176		1.950	2.176		5.171		4.612
jumlah(m ³ /t)	174.712	179.083	160.513	76.304	61.028	57.914	58.772	59.658	60.956	73.136	141.737	152.187
limpasan (mm)	41.940	42.990	38.600	28.320	14.650	13.900	14.110	14.320	14.630	17.560	34.020	35.420
maks	24.816	11.817	13.334	4.230	2.612	2.612	2.176	2.396	2.396	5.171	18.635	12.218
min	2.841	2.825	2.612	1.950	1.232	1.480	1.450	1.718	1.178	1.949	2.612	2.612

Lampiran 2. lanjutan

Data debit harian(m³/dt)

SPAS/Sub DAS Keduang

Luas DAS: 42.261 Ha

Tahun 2004

tgl	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	10.024	3.600	10.420	19.602	6.214	8.885	3.824	0.511	0.590	0.970	1.081	62.672
2	10.024	0.970	10.825	8.522	6.214	8.522	3.824	0.438	0.511	1.081	0.767	71.354
3	10.024	10.825	10.420	7.822	5.917	7.154	3.824	0.373	0.256	1.081	0.865	254.582
4	9.636	23.800	35.110	7.254	6.519	7.484	3.824	0.438	0.371	1.081	0.767	51.070
5	9.636	12.091	49.829	7.822	6.214	7.822	3.597	0.373	0.207	0.970	0.865	30.585
6	10.024	10.024	9.256	7.822	6.519	7.154	3.378	0.511	0.256	1.325	0.970	21.437
7	10.024	26.401	6.519	7.822	6.519	6.833	3.167	0.373	0.371	1.200	0.865	32.640
8	10.024	24.436	5.628	7.822	6.214	6.519	2.963	0.310	0.438	1.325	1.200	14.833
9	10.024	10.420	6.519	17.940	6.214	6.833	3.167	0.438	0.371	1.200	1.456	8.285
10	11.660	10.024	4.868	9.636	7.154	6.214	2.766	0.256	0.310	1.200	2.221	7.154
11	10.420	10.024	15.849	5.346	6.833	6.519	2.766	0.310	0.256	1.200	2.577	18.061
12	10.825	10.024	7.484	8.168	7.154	6.519	2.396	0.256	0.207	1.081	11.660	27.126
13	10.825	10.024	5.777	8.168	6.833	6.833	2.396	0.310	0.310	0.970	7.154	61.125
14	11.660	10.024	5.628	8.168	6.519	6.519	2.221	0.438	0.256	1.325	7.822	40.659
15	12.530	24.436	7.154	8.168	7.154	7.154	2.054	0.438	0.207	1.456	8.168	74.584
16	24.436	13.435	6.833	8.168	6.519	7.484	1.894	0.511	0.163	1.325	8.168	70.762
17	21.946	12.978	6.519	8.168	5.917	7.154	1.894	0.373	0.256	1.200	8.885	50.175
18	11.238	12.978	6.519	8.168	6.519	7.484	1.595	0.511	0.371	1.081	10.024	80.425
19	10.420	39.982	5.073	7.154	6.214	7.484	1.325	0.438	0.310	1.200	9.636	51.132
20	6.519	64.113	4.058	6.833	6.214	7.822	1.325	0.511	0.256	1.081	7.154	23.590
21	14.374	16.876	6.519	6.519	6.214	6.519	1.200	0.373	0.371	1.200	8.885	35.727
22	10.024	11.238	6.519	6.833	6.214	7.154	1.200	0.310	0.310	0.970	11.439	37.324
23	0.970	29.864	6.519	7.154	6.214	7.484	1.081	0.256	0.256	1.081	18.177	56.302
24	0.970	10.420	6.519	6.833	6.214	7.154	1.081	0.511	0.207	1.325	10.420	33.705
25	0.970	19.602	6.519	6.833	6.214	6.833	1.081	0.310	0.310	1.081	58.807	111.163
26	11.660	8.522	6.519	6.519	6.519	7.154	0.970	0.438	0.371	1.200	48.177	45.562
27	63.027	27.758	6.519	6.519	6.833	7.484	0.970	0.511	0.310	1.200	31.455	76.018
28	16.876	10.420	6.519	6.519	7.181	6.519	0.865	0.373	0.256	0.970	50.477	40.020
29	11.238	10.024	6.519	6.519	8.885	7.154	0.767	0.438	0.207	1.200	88.819	30.242
30	16.358		32.804	6.519	8.168	6.833	0.767	0.373	0.163	1.325	160.626	21.158
31	17.404		19.602		6.519		0.675	0.310		1.200		14.602
jumlah(m ³ /t)	395.790	485.333	331.365	245.340	204.749	214.680	64.857	12.320	9.034	36.104	579.587	1554.074
limpasan (mm)	95.010	116.500	79.540	58.890	49.150	51.530	15.570	2.960	2.170	8.670	139.130	373.060
maks	63.027	64.113	49.829	19.602	8.885	8.885	3.824	0.511	0.590	1.456	160.626	254.582
min	0.970	0.970	4.058	5.346	5.917	6.214	0.675	0.256	0.163	0.970	0.767	7.514

Lampiran 2. lanjutan
Data debit harian (m³/dt)
Luas DAS: 42.261 Ha

SPAS/Sub DAS Keduang
Tahun 2005

tgl	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	3.086	3.964	13.182	81.713	1.545	1.023	2.491	0.487	0.634	1.189	12.896	4.142
2	2.929	2.632	12.235	15.019	1.354	1.023	1.864	0.487	0.634	0.887	4.511	11.677
3	2.225	3.442	14.533	38.713	1.354	1.1	1.753	0.741	0.634	0.692	2.356	17.801
4	4.56	3.717	13.607	91.48	1.354	1.1	0.949	0.87	0.634	0.692	1.98	4.926
5	37.527	2.356	67.322	20.273	1.354	1.1	1.309	0.78	0.328	0.636	1.647	1.632
6	9.359	1.647	34.325	7.213	4.593	0.487	12.615	0.58	0.328	0.636	1.647	2.356
7	7.072	1.478	10.259	10.594	3.336	0.487	11.869	0.487	0.328	0.583	1.36	5.57
8	7.422	2.605	5.641	5.504	1.98	0.583	3.719	0.487	0.328	0.583	0.94	31.214
9	4.757	15.622	6.493	3.897	1.1	0.534	2.672	0.487	0.328	0.583	0.698	6.849
10	2.105	25.3	3.958	3.086	1.023	0.443	2.356	0.487	0.328	0.328	0.583	8.572
11	1.864	31.954	5.124	3.086	0.88	0.364	4.313	0.487	0.328	0.417	0.534	10.621
12	1.647	10.354	4.919	3.086	0.88	0.364	4.24	0.487	0.402	2.371	0.402	5.21
13	7.332	6.016	65.042	3.086	0.88	0.364	3.078	0.443	0.402	3.1	0.402	24.324
14	5.681	6.811	14.677	3.086	0.88	0.364	2.1	0.443	0.402	1.825	0.402	7.672
15	2.632	8.661	18.158	3.086	0.88	0.364	1.647	0.402	0.402	1.354	0.402	59.149
16	6.754	5.717	8.277	3.086	0.636	0.389	1.448	0.402	0.402	1.181	0.364	45.819
17	4.148	20.479	6.181	3.086	0.487	0.692	1.448	0.534	0.402	2.556	0.329	26.979
18	20.55	11.139	5.21	22.168	0.487	0.583	1.647	0.8	0.402	10.669	1.278	29.38
19	6.352	7.356	4.356	7.641	0.443	0.534	1.448	1.023	0.487	5.216	1.624	8.015
20	6.676	12.122	3.958	4.555	0.443	14.116	1.354	0.949	0.487	4.35	3.909	179.196
21	13.576	15.052	13.94	3.717	0.443	9.87	1.265	0.814	0.487	1.647	2.699	35.458
22	26.467	35.44	5.966	2.778	0.487	37.203	1.069	0.636	0.807	1.545	1.181	17.43
23	5.943	72.809	26.173	2.491	0.487	37.39	0.949	0.636	0.88	7.54	0.636	74.235
24	4.436	16.141	13.131	2.356	2.912	6.58	0.814	0.636	0.814	4.363	3.679	12.095
25	21.913	13.358	4.784	1.181	2.22	3.958	0.692	0.636	1.454	3.848	0.948	8.479
26	5.41	35.654	5.567	1.181	1.647	3.592	0.692	0.636	1.647	2.681	0.711	8.8
27	5.667	34.815	14.888	1.181	1.448	8.915	0.692	0.636	0.88	1.98	1.457	30.184
28	21.809	7.56	66.412	1.265	1.023	9.712	0.692	0.636	0.814	1.448	1.494	67.548
29	10.39		15.581	1.504	0.814	4.462	0.692	0.364	1.996	1.023	1.655	69.072
30	8.749		22.944	2.044	1.265	3.086	0.692	0.364	2.456	1.537	8.7	48.125
31	5.586		55.339		1.181		0.692	0.364		8.134		47.241
jumlah(m ³ /t)	274.624	414.201	562.182	353.156	39.816	150.782	73.261	18.221	20.855	75.594	61.424	909.771
limpasan (mm)	66.9	99.427	134.9	84.8	9.6	36.2	17.6	4.4	4.7	16.1	14.7	218.4

Lampiran 2. lanjutan

Data debit harian (m³/dt)
Luas DAS: 42.261 Ha

SPAS/Sub DAS
Keduang
Tahun 2006

tgl	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	27.758	39.795	50.264	27.256	20.88	13.9	4.55	3.597	1.458	0.767	2.963	3.378
2	31.972	43.406	87.054	22.779	57.628	20.766	4.55	3.597	1.2	1.081	2.963	4.55
3	25.47	36.695	26.386	14.098	28.628	24.346	4.55	3.597	1.081	1.081	3.187	9.236
4	41.652	89.753	19.045	31.875	32.264	12.978	4.55	3.597	1.081	1.081	3.378	15.331
5	30.281	87.887	16.878	53.188	55.234	10.42	4.55	3.597	1.081	1.081	3.378	13.42
6	19.039	44.667	38.682	66.833	25.02	9.639	4.55	3.597	1.081	1.081	4.058	23.095
7	14.915	36.11	21.149	55.414	26.8	9.639	4.55	2.963	1.081	1.081	4.55	10.758
8	40.576	118.096	15.849	21.595	24.707	9.639	4.55	2.963	1.081	1.081	5.628	24.889
9	79.879	65.177	12.091	18.779	30.905	9.639	4.55	2.963	1.081	1.2	5.628	10.538
10	39.905	47.575	11.238	59.81	41.744	8.188	4.55	2.963	1.081	0.97	5.628	5.628
11	47.12	44.793	7.484	54.311	21.023	7.822	4.3	2.963	0.865	0.97	5.628	4.808
12	80.69	80.611	7.484	113.353	19.039	7.848	4.3	2.963	0.865	1.741	5.628	22.865
13	38.319	38.089	9.918	33.937	19.039	7.484	4.3	2.963	0.865	1.741	5.073	41.888
14	37.711	23.8	30.422	61.66	19.039	9.636	4.3	2.788	0.865	1.741	5.073	27.353
15	39.456	37.061	16.453	50.784	8.997	9.636	4.3	2.788	0.865	1.741	6.519	17.037
16	33.145	81.882	14.941	53.689	11.238	8.885	4.3	2.788	0.865	2.221	6.214	10.907
17	83.195	33.731	13.198	65.101	8.885	8.168	4.3	2.788	0.865	2.221	6.214	10.281
18	34.055	43.986	14.849	63.334	7.822	7.822	4.058	2.788	0.511	2.221	6.214	32.772
19	29.819	53.986	21.22	40.381	8.522	7.484	4.058	2.788	0.511	2.221	6.214	24.501
20	23.332	72.622	40.542	56.086	16.866	7.484	4.058	2.788	0.511	2.221	4.058	50.638
21	12.978	44.555	31.344	55.646	21.209	7.484	4.058	2.396	0.511	2.221	3.824	47.742
22	67.474	39.927	30.488	48.443	30.02	7.484	4.058	2.396	0.511	2.221	6.073	43.354
23	29.09	21.603	16.391	49.829	54.814	7.484	4.058	2.396	0.511	2.577	4.966	19.039
24	77.921	17.94	11.238	21.657	24.965	7.484	4.058	2.221	0.511	2.577	7.484	44.124
25	63.777	17.404	9.636	16.676	19.853	7.484	4.058	2.221	0.767	2.577	8.885	74.841
26	55.093	33.16	9.439	14.374	24.264	7.484	4.058	2.221	0.767	2.577	7.834	72.51
27	52.877	34.814	12.267	13.9	14.857	7.484	4.058	1.894	0.767	2.577	8.596	47.522
28	36.918	33.073	13.294	12.978	18.87	7.484	4.058	1.458	0.767	2.577	17.167	93.158
29	26.401		9.422	11.238	21.346	4.55	4.058	1.595	0.767	2.577	9.777	82.037
30	58.01		14.149	10.825	21.346	4.55	4.058	1.458	0.767	2.577	7.154	96.895
31	105.958		32.56		16.849		4.058	1.458		2.396		69.782
jumlah(m ³ /t)	1384.786	1362.198	665.375	1219.829	752.673	280.395	132.412	83.553	25.54	56.997	179.956	1054.877
limpasan (mm)	332.41	326.8	159.68	286.32	176.63	67.31	31.79	20.06	6.13	13.68	43.2	253.22
maks	105.958	118.096	87.054	113.353	57.628	24.346	4.55	3.597	1.458	2.577	17.167	96.895
min	12.978	17.404	7.484	10.825	7.822	4.55	4.058	1.458	0.511	0.767	2.963	3.378

Lampiran 2. lanjutan

Data debit harian (m³/dt)

Luas DAS:42.261Ha

SPAS/Sub DAS Keduang

Tahun 2007

tgl	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	25.835	13.979	12.626	42.846	10.42	10.42	4.3	2.766	2.766	1.595	66.811	8.725
2	18.485	9.701	15.849	96.932	9.636	7.484	4.058	2.766	2.766	1.741	33.393	60.107
3	17.143	75.243	13.435	37.745	8.522	7.822	4.058	2.766	2.221	1.741	19.366	61.530
4	12.091	39.287	18.485	240	10.511	9.636	4.058	2.766	2.221	1.741	12.091	30.792
5	10.42	99.053	15.849	21.14	22.714	41.538	4.058	2.766	2.221	1.741	12.978	13.900
6	6.833	94.801	107.673	46.52	11.238	21.934	4.058	2.766	2.221	1.741	30.257	30.352
7	4.808	38.362	17.299	36.103	7.154	11.238	4.058	2.766	2.221	1.741	48.698	27.842
8	4.55	21.346	23.800	35.11	7.154	8.522	4.058	2.766	2.221	2.221	19.203	21.213
9	4.058	28.401	15.849	24.769	7.154	8.165	4.55	2.766	2.221	2.221	14.853	18.175
10	3.824	16.878	11.238	62.101	7.154	7.484	4.55	2.766	1.894	2.221	15.743	34.490
11	3.824	20.157	10.420	64.864	7.154	7.154	4.55	2.766	1.894	2.221	16.38	63.099
12	3.597	24.423	12.682	55.245	7.154	6.214	4.55	2.766	1.894	2.221	10.42	63.781
13	3.378	16.013	12.091	38.869	7.154	5.346	4.55	2.766	1.894	2.221	24.91	45.039
14	2.963	47.467	15.110	41.163	7.154	5.346	4.55	2.766	1.894	2.221	46.749	25.150
15	2.963	45.41	12.908	123.96	9.026	5.346	4.55	2.766	1.894	2.221	27.661	30.673
16	2.766	41.715	19.698	70.381	12.978	5.346	4.3	2.766	1.894	2.221	12.091	72.591
17	2.396	50.462	16.491	71.088	11.238	5.628	4.3	2.766	1.894	2.221	10.024	36.779
18	2.396	37.516	20.395	32.648	27.967	5.917	4.3	2.766	1.595	2.221	9.256	40.702
19	2.396	22.422	11.238	64.138	21.416	5.917	4.3	2.766	1.595	2.221	3.597	81.394
20	8.271	45.965	23.749	100.758	13.276	5.917	4.3	2.963	1.595	2.221	3.597	76.551
21	23.612	44.573	15.839	31.06	33.372	5.917	4.3	2.963	1.595	2.221	3.597	106.848
22	23.711	153.378	40.271	19.917	17.94	5.917	4.3	2.963	1.595	2.571	3.597	27.758
23	32.729	48.472	88.875	18.485	9.636	5.917	1.325	2.963	1.595	2.571	3.597	4.050
24	19.561	59.243	33.583	17.806	9.168	4.3	1.325	2.963	1.595	2.571	3.597	2.963
25	10.659	63.649	43.155	72.461	6.833	4.3	1.325	2.963	1.595	2.571	2.766	2.577
26	6.833	65.673	11.333	29.845	6.833	4.3	1.325	2.963	1.595	2.571	2.766	2.577
27	5.692	96.947	16.678	117.396	5.628	4.3	1.325	2.766	1.595	2.571	2.766	2.577
28	20.266	24.084	30.857	33.892	5.073	4.3	1.325	2.766	1.595	2.577	3.151	12.530
29	23.336		131.771	17.94	5.073	4.3	1.325	2.766	1.595	16.525	20.085	13.435
30	23.186		44.231	12.091	13.745	4.3	2.766	2.766	1.595	24.178	12.025	7.484
31	15.936		16.790		12.978		2.766	2.766		38.274		7.484
jumlah(m ³ /t)	348.518	1344.62	880.268	1677.273	352.453	240.225	109.463	87.125	56.966	140.115	496.025	1033.168
limpasan (mm)	83.66	322.78	211.35	402.62	84.61	57.67	26.28	20.91	13.57	33.63	119.07	248.01
maks	32.729	153.376	131.771	240	33.372	41.538	4.55	2.963	2.766	38.274	66.811	106.848
min	2.396	9.701	10.42	12.091	5.073	4.3	1.325	2.766	1.595	1.595	2.766	2.577

Lampiran 2. lanjutan

Data debit harian (m³/dt)

SPAS/Sub DAS Keduang

LuasDAS:42.261Ha

Tahun 2008

tgl	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	7.484	13	34.332	18.485	16.358	2.221	3.167	1.595	1.2	0.885	14.374	8.12
2	6.62	16.674	49.829	13.9	15.348	2.221	2.963	1.741	1.2	0.767	29.153	8.11
3	6.89	15.5876	181.082	23.173	21.949	2.396	2.963	1.741	1.081	0.767	133.472	8.11
4	6.555	52.235	24.438	20.756	14.374	2.221	2.766	1.741	1.081	0.767	100.00	8.021
5	11.65	16.693	47.025	23.8	21.346	2.396	2.963	1.595	1.081	0.885	98.987	7.89
6	15.345	17.797	111.653	27.075	40.828	2.221	3.167	1.456	0.97	0.767	76.767	7.484
7	12.145	14.523	35.11	78.742	21.348	2.221	2.963	1.456	0.97	0.767	56.786	14.857
8	15.672	17.675	33.583	46.11	14.857	2.054	3.167	1.456	0.97	25.737	67.546	15.849
9	12.234	12.354	47.95	36.695	10.825	2.221	2.963	1.456	0.97	23.173	98.654	35.11
10	9.987	28.987	44.31	20.758	7.822	2.221	2.963	1.325	0.97	23.173	34.484	27.075
11	15.639	49.829	93.298	14.374	6.519	2.054	2.766	1.456	0.97	16.358	32.396	20.756
12	25.576	28.451	44.31	14.857	5.917	2.054	2.577	1.325	0.97	12.53	44.31	12.978
13	2.42	12.091	41.684	1.595	5.628	1.894	2.577	1.325	0.885	9.636	47.95	13.436
14	11.562	42.548	39.982	11.68	4.55	1.894	2.396	1.325	0.885	7.848	56.777	7.484
15	19.987	73.174	23.173	8.885	3.824	1.894	2.396	1.325	0.885	7.615	61.97	16.878
16	16.724	38.898	58.723	9.636	3.597	1.741	2.396	1.325	0.885	18.358	47.025	10.825
17	22.245	44.31	35.11	8.885	4.058	1.894	2.396	1.325	0.767	12.091	24.144	17.404
18	24.458	30.585	21.946	7.822	2.396	1.894	2.396	1.456	0.885	10.024	67.876	10.42
19	23.432	51.749	51.749	6.214	4.058	1.741	2.396	1.325	0.885	10.024	34.333	10.42
20	13.321	23.173	49.629	10.024	5.073	1.894	2.396	1.456	0.885	6.833	124.598	9.258
21	13.102	28.451	37.502	12.53	5.346	1.741	2.396	1.325	0.767	5.073	21.342	8.168
22	11.111	23.88	42.548	14.857	7.154	1.741	2.396	1.325	0.885	3.597	10.056	8.168
23	11.011	43.425	31.315	12.091	5.348	1.595	2.221	1.325	0.885	7.822	7.889	14.374
24	11.021	20.756	39.146	12.091	4.3	1.741	2.396	1.325	0.885	18.878	42.413	11.238
25	19.957	29.884	31.315	12.53	3.378	1.741	2.221	1.325	0.767	13.465	13.314	12.53
26	20.245	86.719	39.146	13.435	3.378	1.741	2.396	1.2	0.885	10.42	9.987	9.636
27	12.11	49.95	24.438	9.636	3.378	1.595	2.396	1.2	0.767	17.404	10.897	9.258
28	21.946	35.11	18.878	39.982	4.058	1.741	2.577	1.2	0.767	12.978	9.34	41.684
29	38.848	68.561	13.435	5.917	3.597	3	2.577	1.2	0.885	13.436	9.123	26.401
30	35.64		46.11	14.857	3.597	1.595	2.577	1.2	0.767	8.885	8.12	16.401
31	40.135		25.737		3.378		2.577	1.2		11.68		14.374
jumlah(m ³ /t)	515.072	987.0696	1418.486	551.392	277.59	59.578	81.467	43.03	27.655	312.643	1394.084	442.717
limpasan (mm)												
maks	0	86.719	181.082	78.742	40.828	2.396	3.167	1.741	1.2	25.737	133.472	41.684
min		12.091	13.435	1.595	2.396	1.341	2.221	1.2	0.767	0.767	14.374	7.484

Lampiran 2. lanjutan
Data debit harian(m³/dt)
LuasDAS:42.261Ha

SPAS/Sub DAS Keduang
Tahun 2009

tgl	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	19.602	88.696	41.684	19.894	10.42	14.857	8.885	8.522	2.766	2.396	5.073	12.091
2	16.358	105.44	21.001	32.817	8.522	15.849	8.522	7.484	2.963	2.396	5.073	7.484
3	13.435	64.139	24.786	31.315	7.404	8.522	8.885	7.154	2.963	2.396	4.55	5.628
4	10.42	66.039	100.259	29.864	6.519	8.885	8.885	6.519	2.963	2.396	4.3	5.545
5	10.024	48.186	32.716	57.748	6.214	8.885	8.885	6.214	2.963	2.396	4.3	6.127
6	8.885	57.904	22.517	28.451	14.749	8.885	7.822	5.628	2.963	2.577	4.55	6.214
7	8.522	32.093	24.768	29.864	15.849	9.256	7.822	5.628	2.766	2.766	4.55	7.001
8	23.8	21.509	23.173	18.485	14.857	10.024	7.484	5.346	2.766	2.766	4.55	7.484
9	50.784	18.485	24.922	13.435	15.849	56.723	6.833	5.346	2.766	2.766	4.55	8.885
10	27.758	18.485	27.374	10.42	36.695	16.966	6.519	5.346	2.766	2.766	4.058	10.42
11	27.075	68.251	19.595	8.885	33.365	14.374	6.519	5.073	2.963	2.577	5.388	9.256
12	37.502	89.479	13.9	8.885	25.082	13.435	6.519	5.073	2.963	3.824	5.346	7.822
13	47.225	13.9	33.157	9.256	20.756	17.927	6.883	5.073	2.766	3.378	4.808	7.484
14	22.505	13.9	26.556	10.42	16.678	12.53	6.883	4.808	2.766	3.167	6.8	5.346
15	18.507	13.9	15.775	11.66	15.348	15.849	6.519	4.808	2.766	3.167	8.902	5.346
16	38.534	43.206	14.02	11.238	20.756	17.404	6.214	4.3	2.766	2.963	9.636	5.073
17	23.8	86.795	12.237	17.94	23.173	15.348	6.214	4.058	2.963	2.963	9.569	4.55
18	58.784	42.013	11.238	19.602	75.462	11.238	6.519	3.824	2.963	2.766	27.956	4.058
19	44.132	29.247	10.024	29.864	49.115	8.168	6.214	3.378	2.963	2.396	19.336	4.058
20	36.612	20.226	11.66	75.03	41.956	7.822	5.628	3.378	2.963	2.396	23.8	4.058
21	24.504	74.296	17.404	24.499	52.208	8.885	5.346	3.167	2.766	2.577	48.885	2.577
22	20.573	37.276	20.174	21.37	36.276	9.636	5.073	2.963	2.577	2.396	28.871	2.577
23	20.443	32.806	19.294	19.602	20.756	9.256	4.55	2.963	2.577	2.396	18.644	2.766
24	44.31	49.478	15.561	26.401	15.849	8.805	4.3	2.963	2.396	2.577	11.699	20.614
25	32.055	61.428	15.767	23.173	31.923	9.256	4.3	2.963	2.396	2.766	21.156	56.76
26	32.804	24.436	47.744	17.404	90.034	10.024	25.082	2.963	2.221	2.963	53.421	47.95
27	32.804	24.436	31.315	13.035	22.555	10.024	10.825	2.766	2.221	3.378	99.519	92.126
28	57.716	32.055	24.436	16.17	12.091	9.636	9.636	2.963	2.054	9.256	21.96	32.804
29	40.385		29.864	12.091	9.256	10.024	9.256	2.963	2.054	7.822	85.511	28.451
30	34.143		38.319	12.292	11.66	9.636	8.885	2.963	2.054	7.154	19.73	64.113
31	28.451		28.436		11.67		8.168	2.963		6.519		46.11
jumlah(m ³ /t)	912.452	1278.104	799.676	661.11	773.047	388.129	240.075	139.56	80.803	105.022	576.491	530.778
limpasan (mm)	219.51	307.04	191.98	158.7	182.81	93.17	57.61	33.5	19.4	25.21	138.38	127.41
maks	58.784	105.44	100.259	75.03	90.034	56.723	25.082	8.522	2.963	9.256	99.519	92.126
min	8.522	13.9	10.024	8.885	6.214	7.822	4.3	2.766	2.054	2.396	4.058	2.577

Lampiran 2. lanjutan

Data debit harian (m³/dt)

SPAS/Sub DAS Keduang

Luas DAS:42.261 Ha

Tahun 2010

tgl	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	21.704	26.733	12.53	29.153	16.358	15.849	12.978	9.636	22.805	10.825	17.984	77.093
2	16.736	21.346	11.66	23.173	21.708	16.876	12.63	9.636	16.876	10.034	18.376	26.247
3	36.695	16.358	28.538	17.94	23.173	29.244	23.542	9.256	10.42	9.636	18.485	69.65
4	28.526	13.9	17.25	20.174	18.485	23.451	19.039	8.522	8.882	9.256	53.146	68.029
5	26.662	52.556	20.249	29.135	110.648	19.039	12.091	7.916	8.522	10.221	30.284	0.057
6	27.476	89.887	16.876	25.082	21.946	16.876	12.091	7.484	56.483	9.636	23.8	224.949
7	21.655	29.153	25.007	20.078	19.284	17.94	38.64	7.484	23.173	9.636	16.505	152
8	21.12	52.391	24.072	22.626	15.358	44.059	22.555	7.154	33.518	9.836	98.04	129.23
9	23.173	41.967	75.796	37.125	24.086	28.815	15.849	6.833	23.076	10.825	28.99	149.2
10	32.804	28.341	60.545	64.012	43.302	21.946	12.978	6.833	51.932	10.42	12.091	149.542
11	29.504	48.739	34.106	20.864	82.645	16.676	11.66	7.154	52.524	7.484	5.346	170.57
12	32.8	54.826	20.174	19.039	64.358	54.777	25.139	7.154	50.15	7.484	3.824	130.183
13	35.748	38.345	16.676	23.8	54.292	31.753	20.756	7.154	25.153	7.154	3.167	39.813
14	35.617	35.898	14.857	45.622	93.952	42.323	13.435	7.154	23.173	22.694	3.167	31.315
15	33.206	13.9	70.147	28.451	101.01	37.813	11.238	7.154	21.346	78.579	13.13	25.737
16	29.597	43.206	32.284	19.652	59.7	30.484	10.024	6.833	20.174	20.842	14.986	71.86
17	29.864	86.795	90.522	16.358	54.703	22.555	10.024	6.833	19.039	12.53	15.348	108.127
18	40.834	42.013	48.673	31.946	23.66	18.485	9.636	7.154	15.348	7.822	15.348	69.698
19	70.265	29.247	62.435	31.315	57.548	17.404	9.256	6.833	12.091	53.621	15.849	45.205
20	61.95	20.226	24.315	26.325	41.373	17.404	8.522	10.024	21.946	16.454	15.849	103.72
21	28.815	74.296	45.179	19.886	21.346	16.676	8.168	8.168	22.986	16.34	15.849	170.32
22	29.429	37.276	26.904	19.602	41.919	12.978	8.168	21.673	43.926	9.949	15.849	53.093
23	35.415	32.806	62.371	21.183	42.72	9.636	8.168	18.239	74.417	12.548	15.849	34.332
24	19.602	49.478	26.355	80.355	31.937	9.636	8.168	22.606	69.103	23.894	15.849	24.436
25	27.492	61.428	24.436	41.229	39.531	9.636	8.168	21.639	40.893	9.256	15.849	21.346
26	68.079	24.436	67.335	25.082	118.096	9.636	11.238	15.849	22.555	33.362	15.849	30.585
27	47.025	24.436	48.229	147.61	24.436	9.636	15.358	10.825	21.346	25.248	15.849	42.395
28	25.737	32.055	27.931	48.434	28.451	12.091	17.94	9.636	13.745	71.901	15.849	32.89
29	22.866		21.946	30.773	31.358	15.945	15.358	8.522	12.091	60.233	33.069	39.14
30	23.173		39.146	19.039	24.256	14.374	12.091	7.822	11.154	94.645	42.234	25.082
31	33.563		66.316		16.877		9.636	7.484		27.758		21.613
jumlah(m ³ /t)	1017.132	1122.038	1162.86	1005.063	1368.52	644.013	434.544	306.664	848.847	720.123	625.81	2337.457
limpasan (mm)	244.07	269.34	279.19	241.26	328.51	154.64	104.31	73.61	203.76	172.86	150.22	561.31
maks	70.265	89.887	90.522	147.61	118.096	54.777	38.64	22.606	74.417	94.645	98.04	224.949
min	16.376	13.9	11.66	16.358	15.358	9.636	8.168	6.833	8.522	7.154	3.167	0.057

Lampiran 2. lanjutan

Data debit harian (m³/dt)

SPAS/Sub DAS Keduang

Luas DAS: 42.261 Ha

Tahun 2011

tgl	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	13.435	78.654	90.582	129.85	74.353	15.348	15.849	7.484	4.55	4.55	19.039	25.064
2	27.758	122.36	47.95	79.827	43.262	15.348	15.849	7.484	4.3	4.55	18.483	55.828
3	133.64	51.649	28.151	76.807	31.175	15.348	15.849	7.484	4.3	5.073	14.374	39.927
4	72.005	74.541	21.103	44.551	18.773	15.849	15.348	7.484	4.3	5.073	31.315	22.555
5	25.003	104.76	49.378	29.268	80.336	15.849	13.9	7.484	4.55	5.073	29.153	15.348
6	23.345	162.882	50.913	27.018	43.034	13.9	12.53	7.822	4.55	5.073	32.055	12.679
7	61.675	60.885	45.823	33.632	35.898	12.978	11.238	7.822	7.154	5.073	35.11	11.66
8	131.05	38.809	32.09	50.978	33.72	12.978	8.168	7.154	7.154	5.073	30.585	11.238
9	49.6	30.585	43.142	47.95	23.173	12.978	8.168	6.214	7.154	5.073	66.316	11.238
10	53.708	29.723	44.31	28.281	18.485	12.978	8.168	6.214	7.154	4.55	31.325	10.42
11	33.563	47.829	37.798	30.177	17.404	12.978	8.168	6.214	7.154	4.55	24.436	9.636
12	22.555	67.463	34.764	39.371	16.358	12.978	8.168	6.214	6.214	4.55	23.8	10.419
13	23.043	32.055	74.302	66.209	19.494	13.435	8.168	5.917	5.917	4.55	23.173	74.655
14	25.792	25.62	29.548	50.098	26.277	13.435	8.168	5.917	5.917	4.55	11.66	16.358
15	60.467	54.29	29.531	53.773	103.61	13.435	8.168	5.628	5.917	4.55	23.685	16.358
16	118.372	44.451	20.692	33.539	82.079	13.435	8.168	5.628	5.917	4.55	37.73	16.358
17	107.32	35.966	67.283	25.737	38.319	13.435	8.168	5.628	5.917	4.55	24.91	16.358
18	49.829	19.329	34.46	25.262	32.055	13.435	8.522	5.628	5.917	4.55	20.66	16.358
19	67.675	54.937	86.8	29.012	23.711	13.435	8.168	5.628	6.519	4.55	18.51	35.11
20	74.353	98.752	41.911	24.436	28.075	13.435	8.168	5.628	5.917	4.808	41.37	48.205
21	66.316	31.67	27.524	82.499	19.039	13.435	8.168	5.628	5.628	5.073	33.563	28.555
22	46.567	59.23	84.377	29.347	16.358	13.435	8.168	5.628	5.628	4.808	29.153	16.122
23	150.008	28.313	32.677	51.991	15.348	13.435	8.168	5.628	5.346	4.55	93.298	11.381
24	159.125	24.146	84.922	83.826	14.857	13.435	8.168	5.628	5.073	13.104	21.346	15.795
25	197.06	42.75	76.766	109.009	14.374	13.9	7.484	5.628	4.808	8.353	13.345	14.857
26	54.864	55.53	103.33	71.378	15.348	13.9	7.484	5.628	2.275	7.1	9.636	14.374
27	54.36	71.5	114.42	26.488	15.348	13.9	7.484	5.628	3.971	7.077	8.188	10.42
28	28.451	56.883	50.547	22.555	15.348	15.348	7.822	4.55	4.55	8.188	17.94	10.024
29	30.445		30.493	33.327	15.348	15.849	8.168	4.55	4.55	17.133	21.346	10.024
30	34.155		48.12	80.897	15.348	15.849	8.168	4.55	4.55	14.139	12.844	10.024
31	27.612		26.794		15.348		8.168	4.55		12.978		9.636
jumlah(m ³ /t)	2023.15	1605.562	1590.501	1517.09	961.655	419.476	294.55	188.27	162.85	197.42	818.348	626.984
limpasan (mm)	485.65	385.41	381.79	364.17	230.84	100.69	70.71	45.19	39.09	47.39	196.46	
maks	197.06	162.882	114.42	129.85	103.61	15.849	15.849	7.822	7.154	17.133	93.298	
min	13.435	19.329	20.692	22.555	14.374	12.978	7.484	4.55	2.275	4.55	8.188	

Lampiran 2. lanjutan

Data debit harian (m³/dt)

Luas DAS:42.261Ha

SPAS/Sub DAS Keduang

Tahun 2012

tgl	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	104.378	14.374	30.95	77.741	12.978	6.833	6.214	4.55	3.167	2.963	5.917	12.978
2	69.698	14.867	26.401	30.585	12.978	6.833	5.917	4.55	3.167	2.963	5.917	23.174
3	23.873	17.404	21.946	17.94	12.978	6.833	5.917	4.55	3.167	2.963	5.917	32.117
4	20.969	20.174	21.346	17.687	12.978	6.833	5.917	4.55	3.167	2.766	5.917	94.831
5	32.032	19.039	22.555	22.555	12.978	6.833	5.628	4.55	3.167	2.766	5.628	77.459
6	52.244	15.348	26.794	22.555	12.978	6.833	5.628	4.55	3.167	2.766	5.628	48.073
7	41.614	12.091	81.174	25.01	27.758	6.833	5.628	4.55	3.167	2.766	5.346	36.695
8	43.952	10.024	90.57	23.059	22.555	8.168	5.628	4.55	3.167	2.963	5.346	45.101
9	58.821	8.885	85.048	16.837	18.358	9.636	5.628	4.55	3.167	2.963	5.346	29.633
10	63.455	8.552	38.319	12.091	10.825	9.636	5.346	4.55	2.963	2.963	5.346	14.453
11	50.784	11.66	22.555	10.024	10.825	11.321	5.346	4.55	2.766	2.963	5.346	47.437
12	40.828	15.348	17.404	8.885	9.636	12.53	5.346	4.55	2.766	2.963	4.808	99.581
13	25.737	15.849	16.358	8.522	8.522	11.238	5.346	4.058	2.766	2.963	4.3	90.518
14	32.804	13.298	16.876	8.522	9.256	10.024	5.346	4.058	2.766	2.963	4.55	44.31
15	69.698	18.785	16.358	8.522	9.636	9.256	5.346	4.058	2.766	6.833	11.238	123.713
16	116.12	20.183	14.374	15.547	10.42	8.522	5.346	4.058	2.766	6.833	9.256	58.5
17	40.665	18.581	12.978	44.482	10.42	8.168	5.346	4.058	3.167	6.519	30.699	52.724
18	81.647	17.404	12.53	24.436	9.636	8.168	5.346	4.058	3.167	6.519	19.329	146.552
19	59.032	27.758	13.107	12.978	8.885	8.168	5.346	4.058	3.378	6.214	27.064	100.7
20	42.205	104.66	105.85	11.238	8.522	8.168	5.628	4.058	3.378	6.214	12.53	77.237
21	50.138	62.988	44.962	10.42	8.168	8.168	5.628	3.824	3.597	6.214	8.522	49.829
22	46.692	52.577	17.94	8.885	8.168	8.168	5.628	3.378	3.597	5.917	34.315	47.95
23	46.675	66.271	14.857	9.256	7.822	8.168	5.073	3.167	3.597	5.628	25.328	143.68
24	30.28	38.951	12.978	9.256	7.484	8.168	5.073	3.167	3.167	5.628	104.98	61.951
25	23.923	32.194	10.024	8.885	7.154	7.822	5.073	3.167	2.963	5.628	23.173	61.951
26	19.602	43.483	8.522	8.522	6.833	7.484	5.073	3.167	2.766	5.628	16.653	59.829
27	19.602	48.729	7.822	8.168	6.833	7.154	5.073	3.378	2.963	5.628	35.249	53.708
28	20.174	30.085	6.833	8.168	6.833	6.833	5.073	3.378	2.963	5.628	22.229	47.025
29	20.174	29.153	9.256	8.168	6.833	6.519	5.073	3.378	2.766	5.628	13.435	45.205
30	35.204		5.346	8.168	6.833	6.214	4.55	3.378	2.766	5.628	18.148	45.205
31	20.174		45.887		6.833		4.55	3.167		5.628		45.205
jumlah(m ³ /t)	1403.194	808.715	877.92	507.112	332.916	245.532	167.06	123.613	92.297	142.609	487.46	1917.324
limpasan (mm)	336.83	194.12	210.74	121.73	79.92	58.94	40.1	29.67	22.16	34.23	117.01	449.4
maks	116.12	104.66	105.85	77.74	27.758	12.53	6.214	4.55	3.597	6.833	104.98	146.552
min	19.602	8.522	5.346	8.168	6.833	6.214	4.55	3.167	2.756	2.766	4.3	12.978

Lampiran 2. lanjutan

Data debit harian (m³/dt)

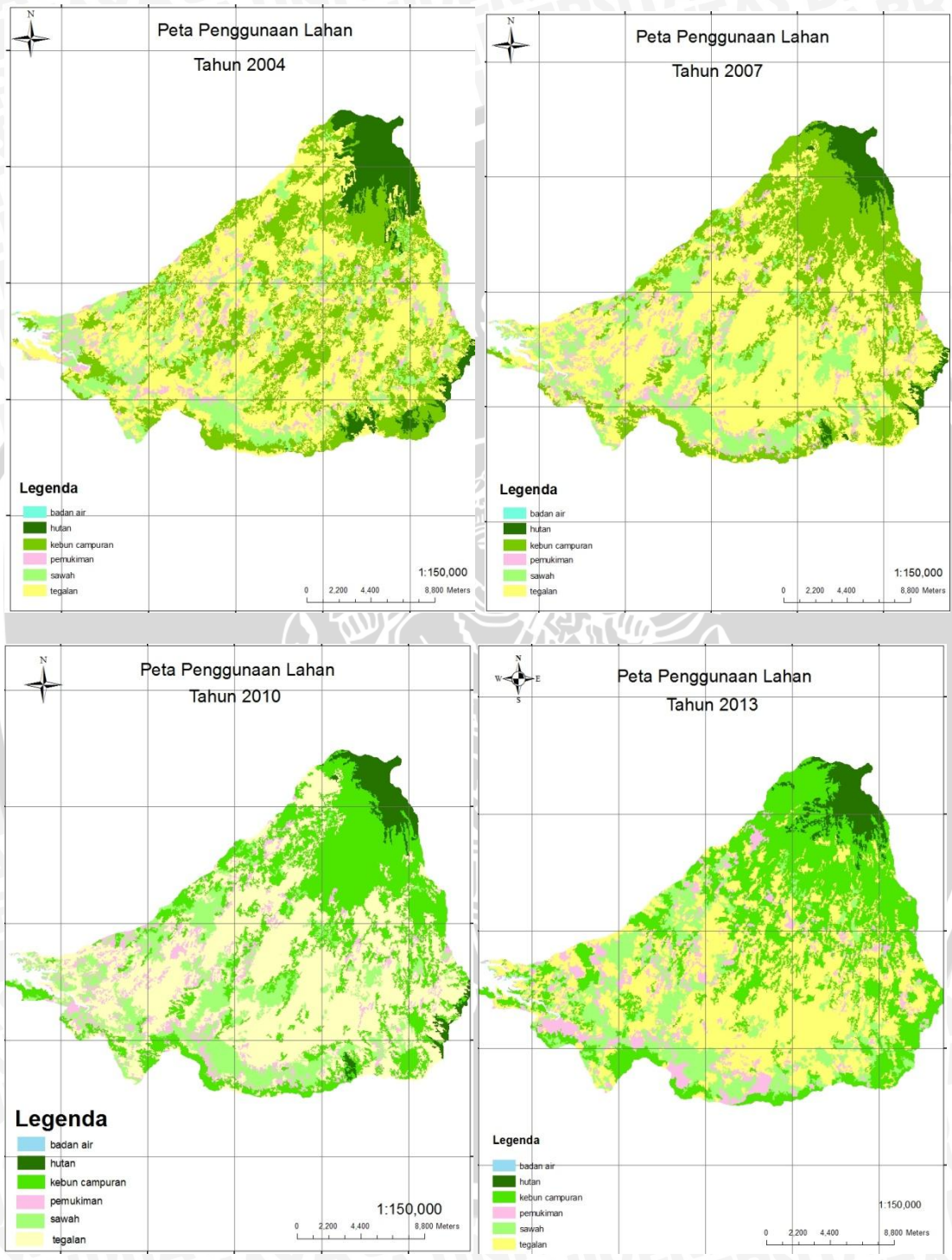
SPAS/Sub DASKeduang

Luas DAS: 42.261 Ha

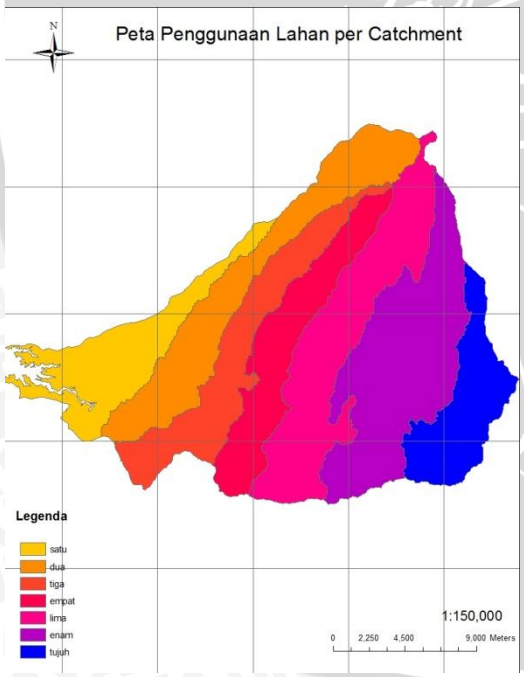
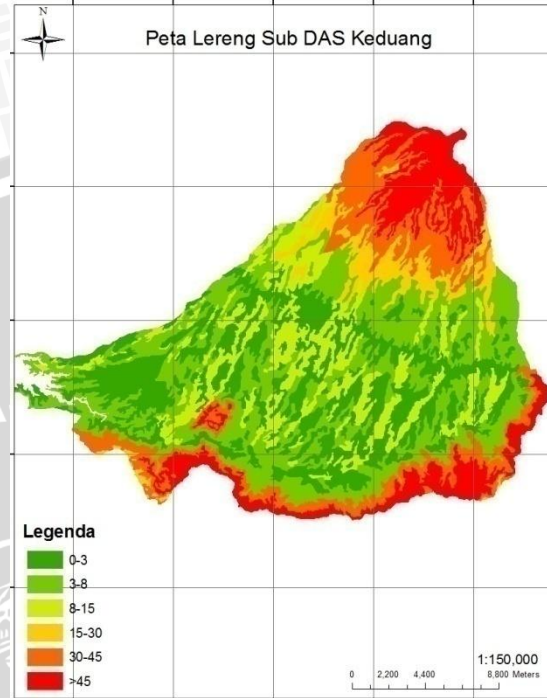
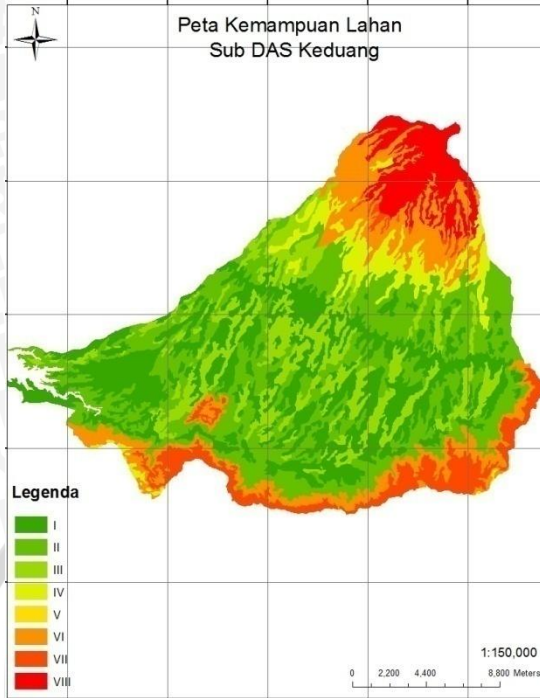
Tahun 2013

tgl	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	20.231	29.864	26.401	97.036	9.636	7.484	12.091	5.628	3.824	3.167	6.833	5.628
2	123.58	41.684	25.737	43.504	9.636	6.833	12.978	5.346	3.824	3.167	5.917	27.421
3	23.8	61.209	26.401	31.324	9.256	8.303	12.978	5.073	3.824	2.963	9.636	12.978
4	24.883	42.549	57.784	29.153	8.885	7.822	12.53	5.073	3.824	2.963	12.53	8.168
5	63.319	39.738	39.14	33.563	8.522	5.628	10.42	5.346	3.597	2.963	8.552	6.833
6	52.724	48.818	43.425	32.055	8.168	5.628	9.256	5.346	3.597	2.963	15.761	5.917
7	104.378	41.833	44.31	30.595	8.168	5.628	9.256	5.346	3.378	2.963	12.091	11.714
8	102.864	48.205	43.425	44.617	8.522	6.214	10.42	5.346	3.378	2.963	11.435	41.435
9	44.932	70.964	43.425	32.804	8.885	6.833	10.42	5.346	3.378	2.963	10.024	25.827
10	32.458	32.055	42.549	25.737	9.636	6.833	10.42	5.346	3.378	2.963	6.519	60.266
11	76.21	102.44	16.358	19.601	10.825	6.833	10.42	5.346	3.378	2.963	36.407	45.251
12	53.814	35.11	14.857	19.039	10.825	6.519	10.42	5.073	3.378	2.963	28.255	48.451
13	32.378	36.695	12.978	32.698	11.238	6.519	10.42	5.073	3.378	2.963	20.338	100.34
14	29.153	69.69	15.888	42.124	10.42	6.519	10.825	5.073	3.378	2.963	35.365	113.376
15	29.153	82.357	15.348	30.231	9.636	6.214	19.039	5.073	3.378	2.963	58.784	114.137
16	29.153	73.036	12.53	36.829	8.522	6.214	11.238	4.808	3.167	2.963	43.425	43.4
17	27.075	87.798	12.53	53.034	8.885	8.209	9.636	4.808	3.167	2.963	32.055	33.754
18	18.485	68.934	13.435	125.433	9.256	4.808	8.522	4.55	3.167	2.963	17.94	35.11
19	29.54	110.172	14.857	50.038	9.256	3.378	7.822	4.55	3.167	2.963	14.374	30.585
20	118.199	42.469	13.435	41.913	9.636	39.38	7.484	4.55	3.167	3.824	16.358	34.332
21	75.542	30.889	11.66	35.11	10.42	66.047	7.154	4.55	2.963	5.346	14.374	39.982
22	127.019	78.504	10.825	25.737	10.42	34.267	6.833	4.55	2.963	5.346	10.825	52.724
23	91.802	71.319	10.42	26.401	10.42	7.628	6.833	4.55	2.963	5.346	8.522	64.325
24	80.405	107.33	10.42	26.401	10.42	5.628	6.833	4.3	2.963	5.073	7.484	37.266
25	76.361	60.885	10.42	26.401	10.42	5.346	6.833	4.056	2.963	5.073	7.154	41.684
26	72.005	32.804	11.238	26.401	10.42	5.346	6.833	4.056	2.963	4.808	8.522	29.153
27	63.988	27.758	11.238	26.401	10.42	5.346	6.833	4.056	2.963	26.302	10.024	16.358
28	73.174	25.737	11.238	26.401	10.42	5.073	7.154	4.056	2.963	13.9	9.256	12.53
29	60.885		11.238	10.024	10.42	5.073	7.484	4.056	2.963	34.995	7.154	11.66
30	38.319		11.238	10.024	9.636	5.073	7.484	3.824	2.963	23.393	5.628	9.256
31	25.169		11.238		8.522		6.519	3.824		9.636		7.154
jumlah(m ³ /t)	1820.998	1600.846	655.986	1090.629	299.751	306.626	293.388	147.978	98.357	199.747	491.542	1127.015
limpasan (mm)	437.12	384.28	157.47	261.8	71.95	73.6	70.43	35.52	47.95	47.95	117.99	266.6
maks	127.019	119.172	57.784	125.433	11.238	66.047	19.039	5.628	34.995	34.995	58.784	114.137
min	18.485	25.737	10.42	10.024	8.168	3.378	6.519	3.824	2.963	2.963	5.628	5.628

Lampiran 3. Peta Penggunaan lahan tahun 2004, 2007, 2010, dan 2013



Lampiran 3. Lanjutan



Lampiran 4. Data Bulan Basah dan Bulan Kering
Total Debit Bulan Basah

Skenario	Januari	Februari	April	Mei	November	Desember
0%	357.74	218.08	200.12	147.61	165.26	216.27
5%	352.39	216.69	198.55	146.7	162	213.52
10%	346.61	214.99	196.53	145.26	158.56	210.49
15%	345.74	214.52	196.24	144.82	157.88	210.02
20%	339.15	213.26	194.43	143.23	154.09	206.97
25%	330.73	210.23	190.94	140.62	149.46	202.45
30%	323.61	208.25	188.35	138.69	144.96	198.61
35%	317.45	206.39	186.26	137.11	141.27	195.34
40%	302.45	205.49	180.14	133.17	131.86	186.95
45%	300.45	204.83	179.64	132.74	130.65	185.81
50%	292.14	205.15	174.95	129.93	123.5	179.43
55%	286.41	205.31	170.93	127.73	117.62	174.12
60%	281.9	205.88	164.98	124.9	110.08	167.18
65%	276.85	206.28	159.92	122.32	102.98	160.77
70%	275.55	206.73	154.97	119.56	96.11	154.86
75%	273.82	206.82	151.07	116.28	87.71	147.89
80%	264.89	204.51	143.08	111.09	77.11	137.82
85%	255.93	200.67	131.5	103.95	64.82	126
90%	254.57	200.43	129.2	101.08	55.86	117.94
95%	252.07	200.91	128.98	100.74	53.44	115.28
100%	249.95	201.43	128.46	99.94	48.93	111.06

Lampiran 4. Lanjutan
Total Debit Bulan Lembab

Total Debit Bulan Kering

Skenario	Maret	Juni	Skenario	Juli	Agustus	September	Oktober
0%	135.29	80.87	0%	45.14	23.07	11.82	6.5
5%	135.83	80.38	5%	46.29	23.7	12.19	6.72
10%	135.75	79.99	10%	46.94	23.95	12.22	6.73
15%	136.15	79.98	15%	47.16	23.98	12.21	6.72
20%	137.48	79.75	20%	48.25	24.34	12.29	6.77
25%	137.37	79.11	25%	48.9	24.58	12.37	6.77
30%	138.5	79.22	30%	50.11	25.02	12.49	6.85
35%	139.32	79.53	35%	51.08	25.32	12.56	6.86
40%	143.46	80.89	40%	53.65	26.27	12.72	6.86
45%	143.81	81.01	45%	54.02	26.37	12.74	6.84
50%	145.51	82.45	50%	56.22	27.27	12.94	6.86
55%	146.77	83.84	55%	57.92	27.82	12.96	6.76
60%	148.62	85.91	60%	60.28	28.81	13.09	6.71
65%	150.1	87.75	65%	62.43	29.58	13.21	6.64
70%	151.58	90.02	70%	64.51	30.32	13.2	6.53
75%	152.63	91.95	75%	66.37	30.9	13.15	6.34
80%	153.54	92.67	80%	67.15	30.33	12.25	5.51
85%	153.1	92.93	85%	67.49	29.25	10.83	4.27
90%	154.24	93.93	90%	68.19	29.2	10.56	4.03
95%	154.53	94.16	95%	68.27	28.96	10.29	3.83
100%	155.18	94.56	100%	68.47	28.76	10.12	3.65

Lampiran 5. Dokumentasi



(a)



(b)



Lampiran 5. Lanjutan



(c)



(d)

Keterangan:

- a : Kebun campuran
- b : Tegalan
- c : Sawah
- d : Pemukiman



Lampiran 6 Nilai Korelasi Debit Hasil Simulasi dan Pengamatan

	A1	S1	A2	S2	A3	S3	A4	S4	A5	S5	A6	S6	A7	S7	A8	S8	A9	S9	A10	S10	A11	S11
simulasi 2003																						
aktual 2003	0.48																					
simulasi 2004	0.33	0.25																				
aktual 2004	0.18	0.25	0.72																			
simulasi 2005	0.21	0.45	0.37	0.42																		
aktual 2005	0.11	0.25	0.21	0.27	0.62																	
simulasi 2006	0.27	0.39	0.40	0.29	0.54	0.33																
aktual 2006	0.25	0.32	0.38	0.22	0.44	0.28	0.71															
simulasi 2007	0.25	0.25	0.37	0.33	0.53	0.49	0.45	0.46														
aktual 2007	0.16	0.20	0.13	0.21	0.49	0.38	0.32	0.32	0.54													
simulasi 2008	0.62	0.34	0.17	0.09	0.13	0.07	0.09	0.07	0.21	0.15												
aktual 2008	0.51	0.40	0.12	0.05	0.29	0.17	0.22	0.20	0.23	0.23	0.60											
simulasi 2009	0.31	0.33	0.20	0.05	0.40	0.22	0.63	0.56	0.25	0.42	0.17	0.31										
aktual 2009	0.33	0.33	0.38	0.18	0.33	0.16	0.62	0.48	0.28	0.21	0.16	0.17	0.70									
simulasi 2010	0.07	0.12	0.12	0.14	0.22	0.12	0.14	0.04	0.26	0.18	0.20	0.12	0.17	0.12								
aktual 2010	0.09	0.16	0.19	0.20	0.38	0.16	0.12	0.15	0.24	0.28	0.05	0.07	0.09	0.12	0.55							
simulasi 2011	0.44	0.40	0.29	0.16	0.51	0.38	0.47	0.53	0.42	0.40	0.28	0.41	0.50	0.38	0.00	0.19						
aktual 2011	0.32	0.26	0.23	0.10	0.32	0.17	0.39	0.44	0.26	0.33	0.19	0.28	0.49	0.37	0.02	0.14	0.62					
simulasi 2012	0.37	0.25	0.35	0.21	0.28	0.18	0.11	0.16	0.18	0.16	0.47	0.36	0.14	0.19	0.21	0.15	0.33	0.21				
aktual 2012	0.27	0.36	0.44	0.44	0.49	0.42	0.33	0.38	0.40	0.23	0.14	0.16	0.25	0.21	0.23	0.25	0.44	0.27	0.39			
simulasi 2013	0.29	0.32	0.26	0.17	0.35	0.18	0.41	0.52	0.29	0.28	0.10	0.28	0.44	0.36	0.02	0.11	0.56	0.36	0.24	0.35		
aktual 2013	0.36	0.40	0.25	0.21	0.46	0.31	0.48	0.48	0.28	0.35	0.11	0.23	0.48	0.33	0.03	0.17	0.59	0.44	0.21	0.47	0.64	

Lampiran 7. Nilai Korelasi Curah hujan dan Debit 2004, 2007, 2010, dan 2013

	H 2004	D 2004	H 2007	D 2007	H 2010	D 2010	H 2013	D 2013
hujan 2004	1							
debit 2004	0.661	1						
hujan 2007	0.296	0.314	1.					
debit 2007	0.049	0.210	0.537	1.				
hujan 2010	-0.006	0.041	0.074	0.086	1.			
debit 2010	0.057	0.199	0.188	0.279	0.430	1		
hujan 2013	0.092	0.083	0.102	0.210	-0.004	0.128	1.	
debit 2013	0.181	0.214	0.217	0.351	-0.030	0.171	0.459	1

Kategori korelasi

- 0-0,25 : lemah (tidak ada hubungan)
- 0,26-0,55 : sedang
- 0,56-0,75 : kuat
- 0,76-1 : sangat kuat



Lampiran 8. Nilai Korelasi Penggunaan Lahan dengan Nilai *Total Water Yield* (TWY)

	Hutan		Kebun		Tegalan		Sawah		Pemukiman		Hutan+KC	
	TWY		TWY		TWY		TWY		TWY		TWY	
Hutan	1											
TWY	-0.860	1										
Kebun			1									
Campuran	-0.410	0.474	1									
TWY	-0.860	1	0.474	1								
Tegalan	0.237	-0.356	-0.982	-0.356	1							
TWY	-0.860	1	0.474	1	-0.356	1						
Sawah	-0.768	0.772	0.897	0.772	-0.804	0.772	1					
TWY	-0.860	1	0.474	1	-0.356	1	0.772	1				
Pemukiman	-0.735	0.785	0.908	0.785	-0.826	0.785	0.996	0.785	1			
TWY	-0.860	1	0.474	1	-0.356	1	0.772	1	0.785	1		
Hutan+KC	0.149	0.003	0.840	0.003	-0.924	0.003	0.517	0.003	0.548	0.003	1	
TWY	-0.860	1	0.474	1	-0.356	1	0.772	1	0.785	1	0.003	1

Kategori korelasi

- 0-0,25 : lemah (tidak ada hubungan)
- 0,26-0,55 : sedang
- 0,56-0,75 : kuat
- 0,76-1 : sangat kuat

Lampiran 9. Nilai Korelasi Penggunaan Lahan dengan Nilai *Buffering Indikator* (BI)

	Hutan	BI	Kebun		Tegalan	BI	Sawah	BI	Pemukiman	BI	Hutan+KC	BI
			Campuran	BI								
Hutan	1											
BI	0.931	1										
Kebun Campuran	-0.410	-0.716	1									
BI	0.931	1	-0.716	1								
Tegalan	0.237	0.576	-0.982	0.576	1							
BI	0.931	1	-0.716	1	0.576	1						
Sawah	-0.768	-0.949	0.897	-0.949	-0.804	-0.949	1					
BI	0.931	1	-0.716	1	0.576	1	-0.949	1				
Pemukiman	-0.735	-0.928	0.908	-0.928	-0.826	-0.928	0.996	-0.928	1			
BI	0.931	1	-0.716	1	0.576	1	-0.949	1	-0.928	1		
Hutan+KC	0.149	-0.223	0.840	-0.223	-0.924	-0.223	0.517	-0.223	0.548	-0.223	1	
BI	0.931	1	-0.716	1	0.576	1	-0.949	1	-0.928	1	-0.223	1

Kategori korelasi

- 0-0,25 : lemah (tidak ada hubungan)
- 0,26-0,55 : sedang
- 0,56-0,75 : kuat
- 0,76-1 : sangat kuat

Lampiran 10. Nilai Korelasi Penggunaan Lahan dengan Nilai *Relatif Buffering Indikator* (RBI)

	Hutan	RBI	Kebun Campuran	RBI	Tegalan	RBI	Sawah	RBI	Pemukiman	RBI	Hutan+KC	RBI
Hutan	1											
RBI	-0.782	1										
Kebun Campuran	-0.410	0.290	1									
RBI	-0.782	1	0.290	1								
Tegalan	0.237	-0.181	-0.982	-0.181	1							
RBI	-0.782	1	0.290	1	-0.181	1						
Sawah	-0.768	0.613	0.897	0.613	-0.804	0.613	1					
RBI	-0.782	1	0.290	1	-0.181	1	0.613	1				
Pemukiman	-0.735	0.634	0.908	0.634	-0.826	0.634	0.996	0.634	1			
RBI	-0.782	1	0.290	1	-0.181	1	0.613	1	0.634	1		
Hutan+KC	0.149	-0.150	0.840	-0.150	-0.924	-0.150	0.517	-0.150	0.548	-0.150	1	
RBI	-0.782	1	0.290	1	-0.181	1	0.613	1	0.634	1	-0.150	1

Kategori korelasi

- 0-0,25 : lemah (tidak ada hubungan)
- 0,26-0,55 : sedang
- 0,56-0,75 : kuat
- 0,76-1 : sangat kuat

Lampiran 11. Nilai Korelasi Penggunaan Lahan dengan Nilai *Buffering Peak Event* (BPE)

	Hutan		Kebun		Tegalan		Sawah		Pemukiman		Hutan+KC	
	Hutan	BPE	Campuran	BPE	Tegalan	BPE	Sawah	BPE	Pemukiman	BPE	Hutan+KC	BPE
Hutan	1											
BPE	0.744	1										
Kebun			1									
Campuran	-0.410	-0.467	1									
BPE	0.744	1	-0.467	1								
Tegalan	0.237	0.318	-0.982	0.318	1							
BPE	0.744	1	-0.467	1	0.318	1						
Sawah	-0.768	-0.650	0.897	-0.650	-0.804	-0.650	1					
BPE	0.744	1	-0.467	1	0.318	1	-0.650	1				
Pemukiman	-0.735	-0.580	0.908	-0.580	-0.826	-0.580	0.996	-0.580	1			
BPE	0.744	1	-0.467	1	0.318	1	-0.650	1	-0.580	1		
Hutan+KC	0.149	-0.064	0.840	-0.064	-0.924	-0.064	0.517	-0.064	0.548	-0.064	1	
BPE	0.744	1	-0.467	1	0.318	1	-0.650	1	-0.580	1	-0.064	1

Kategori korelasi

- 0-0,25 : lemah (tidak ada hubungan)
- 0,26-0,55 : sedang
- 0,56-0,75 : kuat
- 0,76-1 : sangat kuat

