



FORUM PASCASARJANA

Volume 36 Nomor 2 April 2013

- | | |
|---|-----------|
| <p>Kelimpahan Collembola Tanah untuk Pendugaan Waktu Pencapaian Keberhasilan Revegetasi dari Aspek Kesuburan Tanah di Area Tambang PT Newmont Nusa Tenggara
Immy Suci Rohyani, I Nengah Surati Jaya, Noor Farikhah Haneda, dan Yayi Munara Kusumah</p> | 69 – 78 |
| <p>Migrasi Tenaga Kerja Internasional Perempuan dan Penguasaan Lahan Perdesaan (Kasus Tipe Komunitas Desa Sawah di Jawa Barat)
Muhammad Zid, Ekawati S. Wahyuni, Lala M. Kolopaking, dan Endriatmo Soetarto</p> | 79 – 88 |
| <p>Ketahanan Pangan Rumah Tangga Petani Padi di Perdesaan
Gatoet S. Hardono, Bonar M. Sinaga, Nunung Kusnadi, dan Tahlim Sudaryanto</p> | 89 – 98 |
| <p>Kinerja Teknis Operasional Perikanan Bubu untuk Keberlanjutan Usaha Nelayan Sibolga
Lucien P. Sitanggung, Ari Purbayanto, Domu Simbolon, dan M. Fedi A. Sondita</p> | 99 – 110 |
| <p>Analisis Hubungan Kode-Kode SPBK (Sistem Peringkat Bahaya Kebakaran) dan Hotspot dengan Kebakaran Hutan dan Lahan di Kalimantan Tengah
Indah Prasasti, Rizaldi Boer, M. Ardiansyah, Agus Buono, dan Lailan Syaufina</p> | 111 – 124 |
| <p>Kapasitas Rancang Bangun Sistem Panen Hujan dan Aliran Permukaan Daerah Aliran Sungai Paninggahan, Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat
Zuherna Mizwar, Naik Sinukaban, Suria D. Tarigan, dan Budi Kertiwa</p> | 125 – 135 |

**Sekolah Pascasarjana
Institut Pertanian Bogor
Bogor, Indonesia**

FORUM PASCASARJANA

Volume 36 No. 2 April 2013

ISSN 0126-1886

Pelindung

Rektor (H. Herry Suhardiyanto)

Penanggung Jawab

Dekan Sekolah Pascasarjana IPB (Dahrul Syah)

Pemimpin Redaksi

Wakil Dekan Sekolah Pascasarjana IPB (Nastiti Kusumorini)

Wakil Pemimpin Redaksi

Sekretaris Program Doktor Sekolah Pascasarjana IPB (Marimin)
Sekretaris Program Magister Sekolah Pascasarjana IPB (Nahrowi)

Dewan Redaksi

Alex Hartana (Genetika dan Pemuliaan Tanaman)
Ari Purbayanto (Kelautan)
Basita Ginting S. (Penyuluhan Pembangunan dan Komunikasi Pertanian)
Tri Koesoemaningtyas (Ekofisiologi Tanaman)
Lailan Syaufina (Ilmu Pengetahuan Kehutanan)
I G. Putu Purnaba (Matematika dan Statistika)
M. Parulian Hutagaol (Ekonomi Pertanian dan Sosiologi)
M. Zairin Jr (Budi Daya Perairan)
Maggy T. Suhartono (Biokimia dan Bioteknologi)
Reviany Widjajakusuma (Fisiologi Hewan, Biologi Nuklir)
Setyo Pertiwi (Teknik Pertanian)
Asep Sudarman (Ilmu Produksi Ternak)
Utomo Kartosuwondo (Hama dan Penyakit Tumbuhan)

Redaksi Pelaksana

Wahju Q. Mugnisjah
Komaruddin Idris

Administrasi

Muhammad Fikri

Alamat Redaksi

Sekolah Pascasarjana IPB

Gedung Andi Hakim Nasoetion Lt. 5, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

Telp. 0251-8628448, 8622642 ext. 510 Fax. 0251-8622986

e-mail: forum_pascasarjana@bima.ipb.ac.id, forumspis@yahoo.com

Forum Pascasarjana merupakan jurnal ilmiah yang diterbitkan setiap triwulan sebagai sarana diseminasi hasil-hasil penelitian Sekolah Pascasarjana IPB

**DAFTAR ISI
CONTENS**

- Kelimpahan Collembola Tanah untuk Pendugaan Waktu Pencapaian Keberhasilan Revegetasi dari Aspek Kesuburan Tanah di Area Tambang PT Newmont Nusa Tenggara** 69 - 78
(Collembolans Abundance to Predict Revegetation to Achieve Soil Fertility in the Area of PT Newmont Nusa Tenggara)
 Immy Suci Rohyani, I Nengah Surati Jaya, Noor Farikhah Haneda, dan Yayi Munara Kusumah
- Migrasi Tenaga Kerja Internasional Perempuan dan Penguasaan Lahan Perdesaan (Kasus Tipe Komunitas Desa Sawah di Jawa Barat)** 79 - 88
(International Migration of Female Labors and Village Land Occupation: Case of Paddy Rice Village Community Type in West Java)
 Muhammad Zid, Ekawati S. Wahyuni, Lala M. Kolopaking, dan Endriatmo Soetarto
- Ketahanan Pangan Rumah Tangga Petani Padi di Perdesaan** 89 - 98
(Household Food Security of Rice Farmers in Rural)
 Gatoet S. Hardono, Bonar M. Sinaga, Nunung Kusnadi, dan Tahlim Sudaryanto
- Kinerja Teknis Operasional Perikanan Bubu untuk Keberlanjutan Usaha Nelayan Sibolga** 99 - 110
(Operational Technical Performance of Basket Trap Fisheries For Sustainable Fishing at Sibolga)
 Lucien P. Sitanggang, Ari Purbayanto, Domu Simbolon, dan M. Fedi A. Sondita
- Analisis Hubungan Kode-Kode SPBK (Sistem Peringkat Bahaya Kebakaran) dan Hotspot dengan Kebakaran Hutan dan Lahan di Kalimantan Tengah** 111 - 124
(Analisis of Relationship Between Hotspot, FDRS and Burned Area in Central Kalimantan)
 Indah Prasasti, Rizaldi Boer, M. Ardiansyah, Agus Buono, dan Lailan Syaufina
- Kapasitas Rancang Bangun Sistem Panen Hujan dan Aliran Permukaan Daerah Aliran Sungai Panningahan, Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat** 125 - 135
(Engineering Design Capacity of Rain Harvesting System and The Runoff of The Panningahan River Watershed, Solok Regency, West Sumatera Province)
 Zuherna Mizwar, Naik Sinukaban, Suria Darma Tarigan, dan Budi Kartiwa

KAPASITAS RANCANG BANGUN SISTEM PANEN HUJAN DAN ALIRAN PERMUKAAN DAERAH ALIRAN SUNGAI PANINGGAHAN, KABUPATEN SOLOK, PROVINSI SUMATERA BARAT

(Engineering Design Capacity of Rain Harvesting System and The Runoff of The Paninggahan River Watershed, Solok Regency, West Sumatera Province)

Zuherna Mizwar¹⁾, Naik Sinukaban²⁾,
Suria Darma Tarigan²⁾, dan Budi Kartiwa³⁾

ABSTRACT

Paninggahan watershed, around 90 km from the eastern part of Padang City, is one of the water catchment areas of Lake Singkarak. The forest condition of Paninggahan watershed is still relatively good because the area consists of about 78% forest, 2% settlement and 20% other uses. Every year the Paninggahan river overflows with an approximately discharge of $160 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. The objective of this study was to determine the engineering design of the rain harvesting system and runoff based on hydrological application model of a minutely or hourly database basis. The hydrological model used was MAPDAS. MAPDAS output in general is the magnitude of the minimum discharge threshold that causes flood, and the volume of excess rainfall to show a relationship between rainfall and discharge. Based on the applications of MAPDAS model on Paninggahan watershed, the coefficient of model was 96%. To prevent flood in Paninggahan watershed it required to harvest about 0.816 mm of rainfall which equivalent to $48\,086 \text{ m}^3$ of run off. The result of run off and geomorphological instantaneous unit hydrograph analysis showed that about 47-94 small reservoirs (embung) which covered about 0.8-1.6 ha areas need to be established in Paninggahan watershed.

Key words: basin capacity, maximum discharge limit, quick discharge model

PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) Paninggahan dengan luas 5 701,20 hektar merupakan bagian dari daerah tangkapan air (DTA) Danau Singkarak. Paninggahan merupakan daerah yang berbatasan langsung dengan Danau Singkarak yang merupakan salah satu daerah wisata alam yang terdapat di Provinsi Sumatera Barat. Danau Singkarak adalah danau kedua terbesar di Pulau Sumatera dengan luas permukaan air Danau Singkarak mencapai 11 200 hektar dengan panjang maksimum 20 kilometer dan lebar 6,5 kilometer dan kedalaman 268 m. Danau ini memiliki daerah aliran air sepanjang 1.076 kilometer dengan curah hujan 82 hingga 252 milimeter per bulan. Danau Singkarak sangat bermanfaat bagi masyarakat Paninggahan. Danau menjadi tempat mata pencarian masyarakat nelayan Paninggahan, yang terkenal dengan ikan Bilih. Ikan Bilih adalah salah satu keunikan yang berada di Danau Singkarak, Ikan Bilih

¹⁾ Fakultas Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

²⁾ Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB

³⁾ Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Litbang Pertanian, Bogor

(*Mystacoleucus padangensis*) merupakan spesies ikan endemik (yang diperkirakan hanya hidup di danau ini), dan menjadi salah satu makanan khas daerah Singkarak Sumatera Barat.

DAS Paninggahan yang sangat terkenal dengan keindahannya, pada zaman penjajahan Belanda daerah ini dijadikan sebagai lokasi pengembangan kopi, tetapi pada zaman sekarang daerah pengembangan kopi telah berubah menjadi hutan sekunder semenjak kebun kopi diabaikan pada tahun 1958 (Farida *et al.*, 2005). Berdasarkan data tutupan lahan tahun 2009 pada daerah Paninggahan masih terdapat 78% hutan (hutan primer dan sekunder). Paninggahan mempunyai panjang sungai 15,24 kilometer dengan kemiringan dasar sungai di hulu adalah 0,12% dan di hilir 0,07%. Topografi daerah adalah curam, dengan kemiringan lereng 30-100% besar dari 51%. Kondisi ini akan menyebabkan tingginya kecepatan aliran di DAS Paninggahan sehingga air akan mengalir dengan cepat ke hilir. Jika terjadi hujan, daerah hilir akan mudah banjir dan air di hulu akan cepat hilang sehingga daerah hulu mudah mengalami kekeringan, untuk itu diperlukan pengelolaan lahan dengan baik agar air dapat tersimpan di hulu dan di hilir tidak terjadi banjir. Pengelolaan dapat dilakukan dengan cara penahanan air di lahan dan di hulu sehingga dapat memperlambat aliran ke hilir dan meningkatkan infiltrasi di hulu.

Penelitian karakteristik DAS pada daerah Singkarak telah dilakukan untuk menghitung neraca air DAS (Peranginangin *et al.*, 2004). Menurut penelitian tersebut, DAS Paninggahan merupakan salah satu SubDAS Singkarak dan hasil simulasi model neraca air yang menggunakan data 1985 – 1998 diketahui bahwa fluktuasi air tanah di DAS Singkarak maksimal 150 mm. bulan⁻¹. Berdasarkan hasil simulasi model GenRiver 1.1 ditunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan di DAS Paninggahan seperti reboisasi, dengan skenario perubahan penggunaan lahan selain sawah dan pemukiman menjadi lahan kritis tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap fluktuasi debit Paninggahan. Skenario iklim yang dilakukan pada penelitian neraca air Singkarak ini juga menunjukkan bahwa peningkatan hujan 25% akan meningkatkan aliran sungai 50% (Farida *et al.*, 2005). Pada tahun 2006 Subagyo melakukan pemantauan hidrologi dan iklim pada DAS Paninggahan dengan pemasangan stasiun iklim (*automatic weather station* (AWS)) dan stasiun duga muka air (*automatic water level recorder* (AWLR)) sehingga dapat memenuhi kebutuhan data primer dengan baik.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, pada penelitian ini diperlukan upaya konservasi tanah dan air pada DAS Paninggahan melalui implementasi sistem panen hujan dan aliran permukaan. Sistem panen hujan dan aliran permukaan dapat berupa konstruksi sipil untuk menampung air seperti bendung, dam parit, dan embung.

Efektivitas upaya konservasi tanah dan air dalam menurunkan debit puncak sangat bergantung pada lokasi terdapat implementasi sistem panen hujan dan aliran permukaan tersebut dilaksanakan. Berdasarkan hipotesis bahwa kontribusi pasokan curah hujan yang jatuh pada titik berat DAS sangat menentukan karakteristik debit puncak, diperlukan analisis zona prioritas implementasi sistem panen hujan dan aliran permukaan yang secara efektif akan berdampak pada penurunan debit puncak secara signifikan.

Tujuan penelitian ini adalah menentukan karakteristik biofisik dan desain kapasitas rancang bangun sistem panen hujan pada DAS Paninggahan. Analisis yang dilakukan adalah berdasarkan model hidrologi MAPDAS (Model Aliran

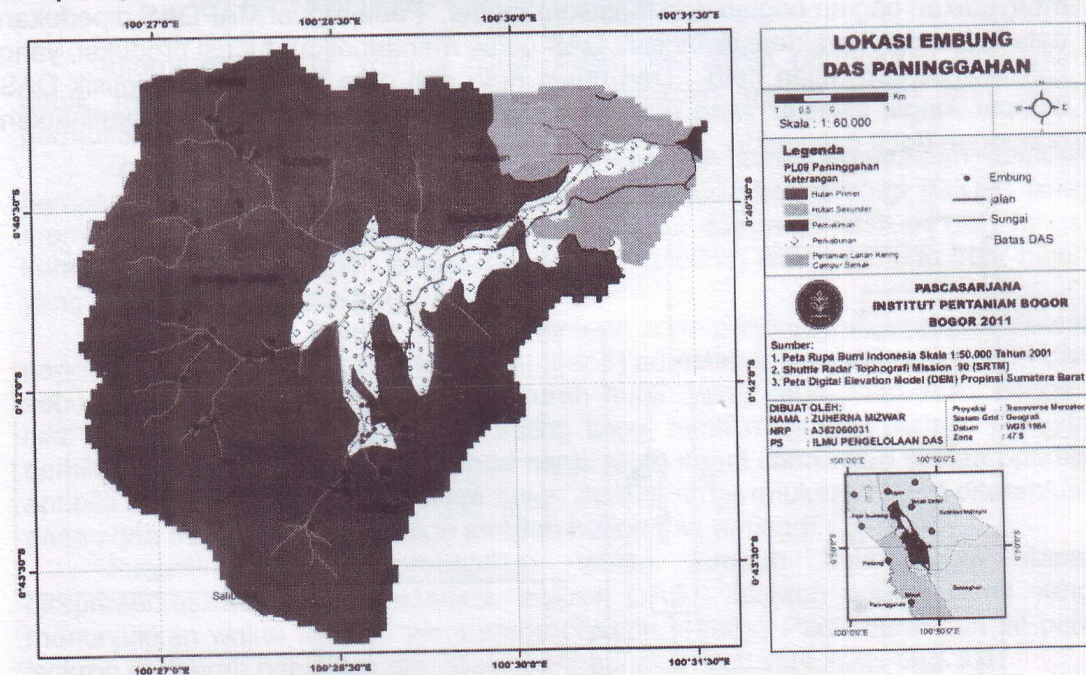
Kapasitas Rancang Bangun Sistem Panen Hujan dan Aliran Permukaan DAS (Z. Mizwar et al.)

Permukaan DAS) yang parameter masukannya berupa hujan, *runoff*, dan karakteristik biofisik DAS.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Secara administratif, DAS Panninggahan terletak di Kabupaten/Kota Solok. Posisi lokasi berada pada $0^{\circ}39' 50''$ LS dan $100^{\circ}31' 40''$ BT dengan ketinggian ± 390 m dari permukaan laut. Lokasi berjarak ± 90 km dari arah timur Kota Padang. Penelitian dilakukan pada musim hujan dan kemarau yaitu pada bulan Juni 2009 sampai April 2010 (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi embung DAS Panninggahan

Bahan dan Alat

Peralatan yang digunakan dalam melakukan penelitian adalah GPS, kamera, dan komputer. Bahan yang digunakan adalah peta tematik, *software* pemetaan spasial Arc Gis 9.3 dan Global Mapper 12.

Metodologi

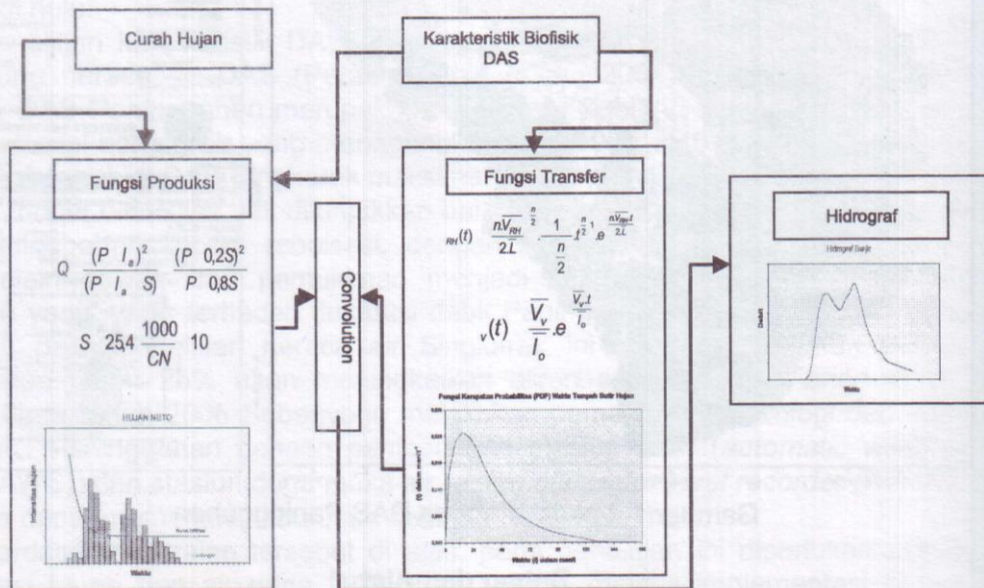
Karakterisasi biofisik DAS

Menghitung parameter DAS seperti luas, panjang sungai, panjang hidraulik, dan orde sungai dilakukan dengan aplikasi *software* ArcGis 9.3, terutama menentukan panjang lereng (*hillslope*) dan jaringan sungai (*drainage network*). Data panjang alur hidraulik seluruh grid ditetapkan nilai maksimum dan nilai rata-rata lereng sungai. Alur hidraulik pada lereng (*l_o*) ditentukan dengan menarik garis

tegak lurus kontur dari titik pusat grid sampai bertemu dengan alur sungai terdekat, selanjutnya dari titik temu tersebut, dilakukan pengukuran panjang alur hidraulik pada sungai sampai titik keluaran (*outlet*) DAS.

Analisis desain rancang bangun sistem panen hujan dan aliran permukaan

Analisis desain rancang bangun sistem panen hujan dan aliran permukaan terdiri dari analisis untuk menentukan volume panen hujan dan aliran permukaan berdasarkan nilai ambang batas aman debit maksimum saat terjadi hujan ekseptional, penentuan ambang batas debit puncak, serta analisis untuk menentukan lokasi sebaran sistem panen hujan dan aliran permukaan yang dapat menurunkan debit puncak secara efektif dan signifikan dengan aplikasi model MAPDAS. Gambar 2 adalah skema model aliran permukaan (MAPDAS) yang menyatakan bagian bagian dari masukan model. Pada model MAPDAS diperlukan data hujan dan karakteristik biofisik DAS untuk mendapatkan fungsi produksi, yang hasilnya berupa hujan neto. Dari hujan neto dan data karakteristik biofisik DAS didapat fungsi transfer yang akan menghasilkan hidrograf yang memperlihatkan hubungan debit dan waktu.

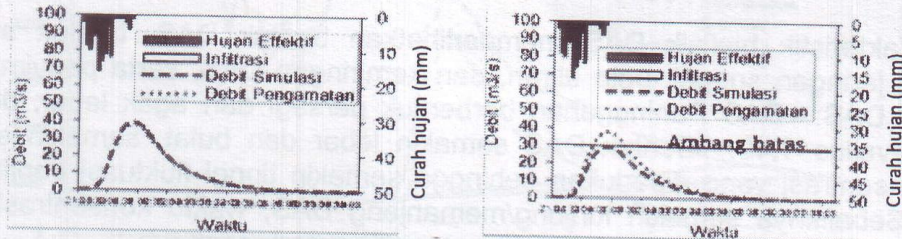


Gambar 2. Skema MAPDAS (model aliran permukaan DAS)

Penentuan volume panen hujan dan aliran permukaan dilakukan berdasarkan aplikasi Model Debit MAPDAS yang telah dikembangkan oleh Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi (Balitklimat). Model ini merupakan pengembangan lebih lanjut dari Model H2U (Duchesne and Cudennec, 1998) yang dikembangkan berdasarkan aplikasi konsep hidrograf satuan sesaat geomorfologi. Model MAPDAS mengintegrasikan antara model H2U, yang merepresentasikan submodul fungsi transfer, dengan Model SCS-Curve Number (SCS, 1972) yang merepresentasikan submodul fungsi produksi (Kartiwa, 2005).

Model MAPDAS digunakan untuk mensimulasi penurunan debit puncak pada beberapa skenario penurunan intensitas curah hujan lebih (*excess rainfall*). Volume penurunan intensitas curah hujan lebih tersebut merepresentasikan

volume curah hujan yang harus dipanen agar debit puncak yang terjadi pada outlet DAS tidak akan melebihi kapasitas tampung maksimum bangunan pelimpas bendung seperti Gambar 3.



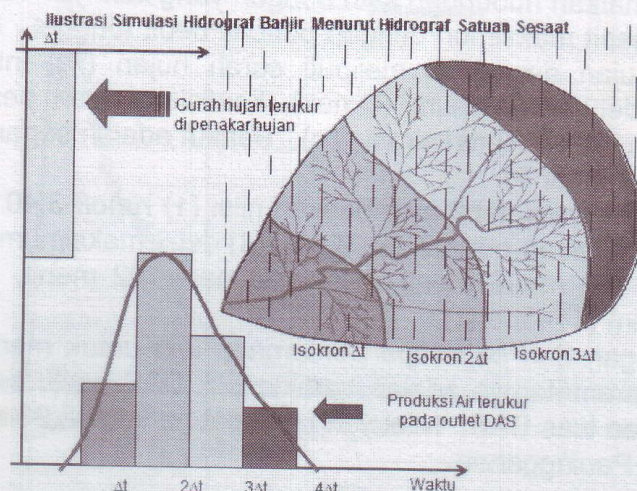
Gambar 3. Analisis penentuan volume panen hujan dan aliran permukaan berdasarkan aplikasi model hidrologi

Informasi besaran volume curah hujan dan aliran permukaan digunakan untuk menentukan desain dan jumlah bangunan panen hujan dan aliran permukaan yang harus dibangun.

Zonasi implementasi sistem panen hujan dan aliran permukaan dianalisis berdasarkan aplikasi konsep hidrograf satuan sesaat geomorfologi (GIUH) yang menyatakan bahwa hidrograf satuan sesaat dapat direpresentasikan oleh fungsi kerapatan probabilitas (pdf, *probability density function*) waktu tempuh butir hujan yang jatuh di atas permukaan DAS.

Hipotesis yang diambil dalam penentuan zona prioritas implementasi sistem panen hujan dan aliran permukaan (Gambar 4) adalah bahwa debit maksimum dari sebuah hidrograf akan tercapai saat curah hujan yang jatuh pada zona dengan nilai pdf waktu tempuh butir hujan paling tinggi telah mencapai outlet. Dengan demikian, debit puncak pada hidrograf banjir akan dapat diturunkan secara optimal apabila implementasi sistem panen hujan dan aliran permukaan dapat diterapkan pada zona dengan nilai pdf waktu tempuh butir hujan tertinggi.

Fungsi kerapatan probabilitas waktu tempuh butir hujan dapat direpresentasikan oleh karakteristik isokron DAS. Isokron adalah garis yang menunjukkan waktu tempuh yang sama (Wilson, 1993). Pada penelitian ini pola isokron di daerah penelitian dianalisis menggunakan software ARC-GIS 9.3.



Gambar 4. Penentuan zona prioritas implementasi sistem panen hujan dan aliran permukaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Biofisik DAS Paninggahan

Karakteristik biofisik DAS memperlihatkan bentuk DAS, bentuk sungai, kerapatan jaringan sungai, pola aliran, dan kemiringan DAS, serta penyimpanan air dalam DAS. DAS Paninggahan berbentuk persegi dan agak lebar, dengan indek Gravelius 1,40. Bentuk DAS semakin lebar dan bulat, semakin singkat waktu konsentrasi yang diperlukan sehingga semakin tinggi fluktuasi banjir yang terjadi. Sebaliknya semakin lonjong/memanjang DAS, waktu konsentrasi yang diperlukan semakin lama sehingga fluktuasi banjir semakin rendah.

Linsley dan Franzini (1989) menyatakan bahwa jika nilai kerapatan drainase lebih kecil dari 1 mile.mile⁻² (0,62 km.km⁻²), DAS akan mengalami penggenangan, sedangkan jika nilai kerapatan aliran lebih besar dari 5 mile.mile² (3,10 km.km²), DAS sering mengalami kekeringan. Dapat dikatakan bahwa semakin besar angka kerapatan semakin memperpendek waktu konsentrasi sehingga memperbesar laju aliran permukaan. Sosrodarsono Takeda (1978) menyatakan harga kerapatan sungai berkisar 0,3 – 0,5 yang dianggap sebagai indek topografi dan geologi daerah pengaliran. Kerapatan sungai itu adalah kecil di geologi yang permeable, di pegunungan dan di lereng-lereng, tetapi besar untuk daerah yang banyak curah hujannya. Pada DAS Paninggahan nilai kerapatan drainase di bawah 0,62 km.km⁻² sehingga dapat dikatakan bahwa lokasi mengalami penggenangan, lebih permeable dan berlereng. Kemiringan dasar sungai DAS Paninggahan cukup curam, pada hulu sebesar 0,12% dan dihilir 0,07%. Menurut Wilson (1993), nilai kemiringan lereng besar dari 0,5 (0,05%) adalah termasuk sangat curam.

Model Hidrologi MAPDAS untuk Menentukan Rancang Bangun Sistem Panen Hujan

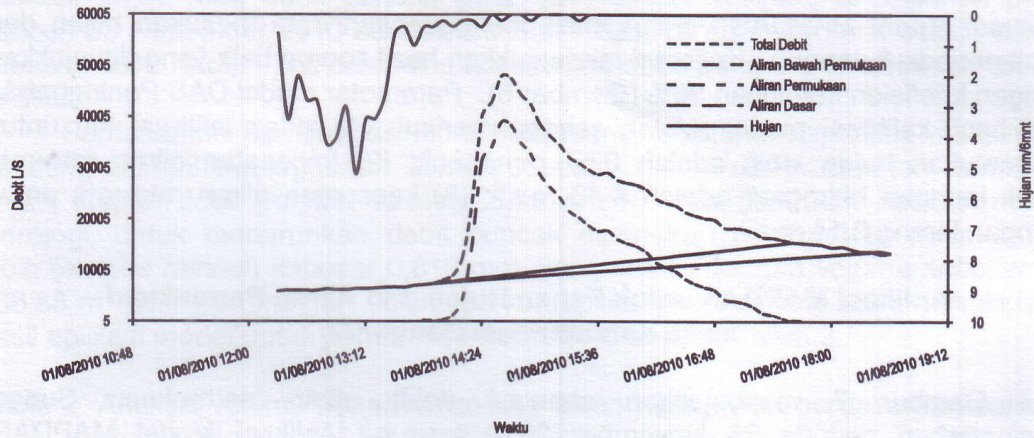
Separasi debit sebagai input MAPDAS pada DAS Paninggahan

Analisis separasi debit dilakukan untuk menentukan besarnya *runoff* (RO). Penentuan episode hujan dan debit dilihat dari grafik karakteristik hujan dan debit DAS, yang memperlihatkan hubungan satu dengan yang lainnya. Pada saat hujan tinggi bentuk grafik debit maksimum dengan puncak debit tunggal. Pada separasi debit karakteristik hujan dan debit meliputi curah hujan (P), intensitas hujan maksimum (Imax), debit maksimum (Qmax), koefisien aliran permukaan (Kr), Waktu Naik (Tn), dan Waktu Konsentrasi (Tc). Berikut adalah separasi debit pada DAS Paninggahan (Gambar 5).

Hasil analisis separasi debit memberikan nilai (1) *runoff* 3,40 mm, (2) hujan 42,2 mm, (3) koefisien aliran permukaan 8,9%, (4) debit maksimum 47 954,05 l/s, (5) intensitas hujan 150 mm/6 menit, (6) waktu naik 102 menit, dan (7) waktu konsentrasi (Tc) 2,4 jam (144 menit).

Hasil perhitungan dari beberapa persamaan lain untuk menghitung waktu konsentrasi, yang parameternya adalah karakteristik DAS, yaitu berupa panjang, kemiringan sungai dan luas DAS. Nilai yang didapat berkisar 2,93 sampai dengan 4,41 jam untuk DAS Paninggahan.

Kapasitas Rancang Bangun Sistem Panen Hujan dan Aliran Permukaan DAS (Z. Mizwar et al.)



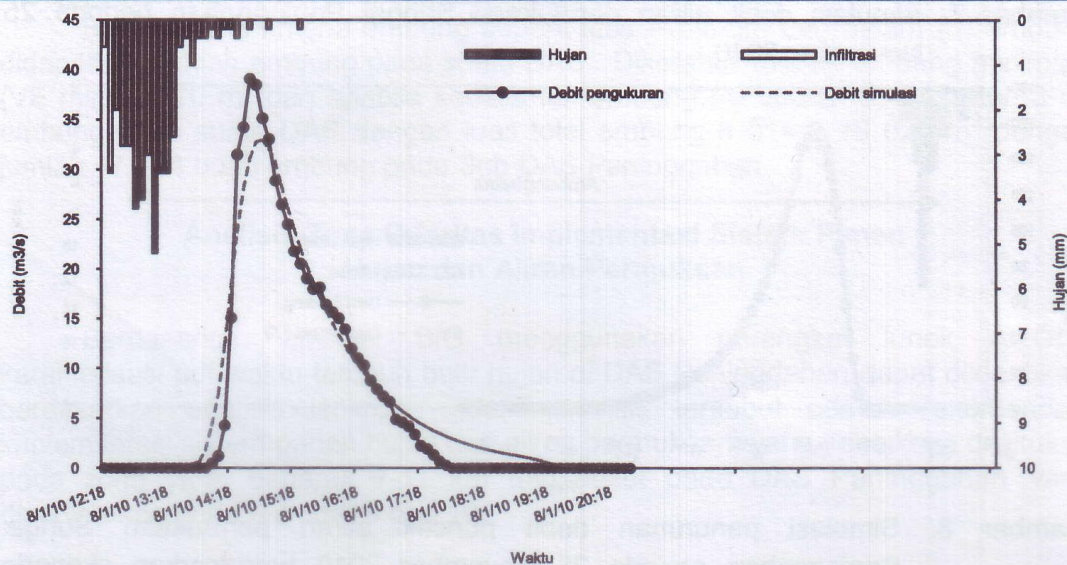
Gambar 5. Separasi debit DAS Panningahan periode 8 Januari 2010

Kalibrasi model MAPDAS di DAS Panningahan

Tabel 1 menunjukkan karakteristik terkait parameter MAPDAS pada DAS Panningahan yang dianalisis berdasarkan aplikasi SIG dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 9.3.

Tabel 1. Karakteristik geomorfologi DAS Panningahan

Parameter	Satuan	DAS Panningahan
Jaringan hidrografi		
Panjang rataaan alur hidraulik (L)	m	8 090
Panjang maksimum alur hidraulik (Lmaks)	m	12 674,1
Orde maksimum sungai (n)		5
Lereng		
Panjang rataaan alur hidraulik (Lo)	m	405,6
Panjang maksimum alur hidraulik (Lo maks)	m	1 676,4

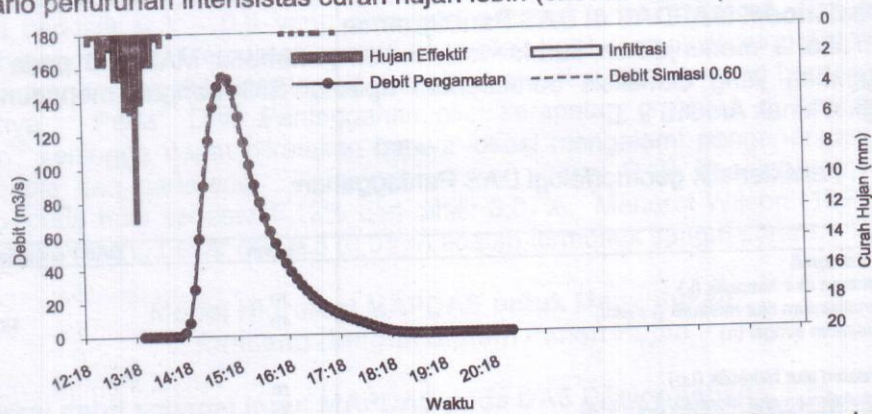


Gambar 6. Kalibrasi Model MAPDAS Panningahan episode hujan dan debit 8 Januari 2010

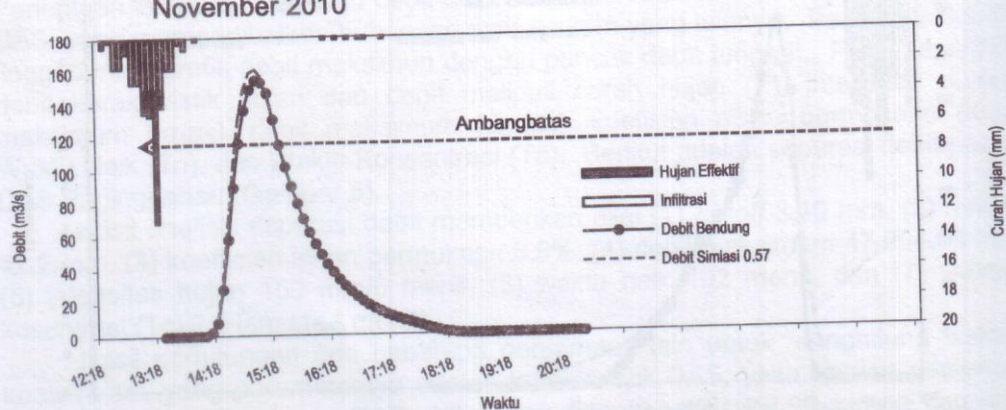
Berdasarkan masukan karakteristik geomorfologi tersebut di atas, dilakukan kalibrasi Model MAPDAS Paninggahan menggunakan data masukan hujan dan debit periode 8 Januari. Kalibrasi menunjukkan hasil sangat baik yang ditunjukkan dengan koefisien kemiripan 96% (Gambar 6). Parameter model DAS Paninggahan dari hasil kalibrasi model adalah sebagai berikut: (1) index infiltrasi (Φ) untuk menentukan hujan lebih adalah $0,57 \text{ mm/menit}$; (2) kecepatan aliran rata-rata untuk jaringan hidrografi adalah $4,40 \text{ m.s}^{-1}$; (3) kecepatan aliran rata-rata untuk jaringan lereng $0,14 \text{ m.s}^{-1}$.

Aplikasi MAPDAS untuk Panen Hujan dan Aliran Permukaan serta Karakterisasi Bangunan

Gambar 7 menunjukkan simulasi debit aliran permukaan Sungai Paninggahan periode 25 November 2010 menurut Aplikasi Model MAPDAS. Sedangkan Gambar 8 menunjukkan simulasi penurunan debit puncak aliran permukaan Sungai Paninggahan periode 25 November 2010 sebagai respon dari skenario penurunan intensitas curah hujan lebih (*excess rainfall*).



Gambar 7. Simulasi debit aliran permukaan Sungai Paninggahan periode 25 November 2010



Gambar 8. Simulasi penurunan debit puncak aliran permukaan Sungai Paninggahan periode 25 November 2010 berdasarkan skenario pemanenan curah hujan lebih

Hasil simulasi menunjukkan bahwa berdasarkan masukan total curah hujan sebesar 45,80 mm, debit puncak aliran permukaan Sungai Panninggahan pada periode 25 Nopember 2010 adalah sebesar $160,65 \text{ m}^3 \text{ dtk}^{-1}$, terdapat selisih hanya sebesar $-0,06 \text{ m}^3 \text{ dtk}^{-1}$ jika dibandingkan dengan debit pengukuran sebesar $160,71 \text{ m}^3 \text{ dtk}^{-1}$.

Berdasarkan perhitungan hidrolik bendung, diketahui kapasitas maksimum bendung Sungai Panninggahan adalah sebesar $154 \text{ m}^3 \text{ dtk}^{-1}$. Dengan demikian, terjadi luapan debit puncak sebesar $6,71 \text{ m}^3 \text{ dtk}^{-1}$. Berdasarkan aplikasi model hidrologi, untuk menurunkan debit puncak diperlukan pemanenan curah hujan lebih (*excess rainfall*) sebesar 0,816 mm, yang setara dengan volume sebesar 48 086,88 m^3 hasil perhitungan. Berdasarkan aplikasi model yang sudah dikalibrasi, hasil aplikasi model untuk panen hujan dapat dilihat pada Tabel 2.

Table 2. Analisis volume panen hujan dan aliran permukaan berdasarkan aplikasi model hidrologi di Panninggahan

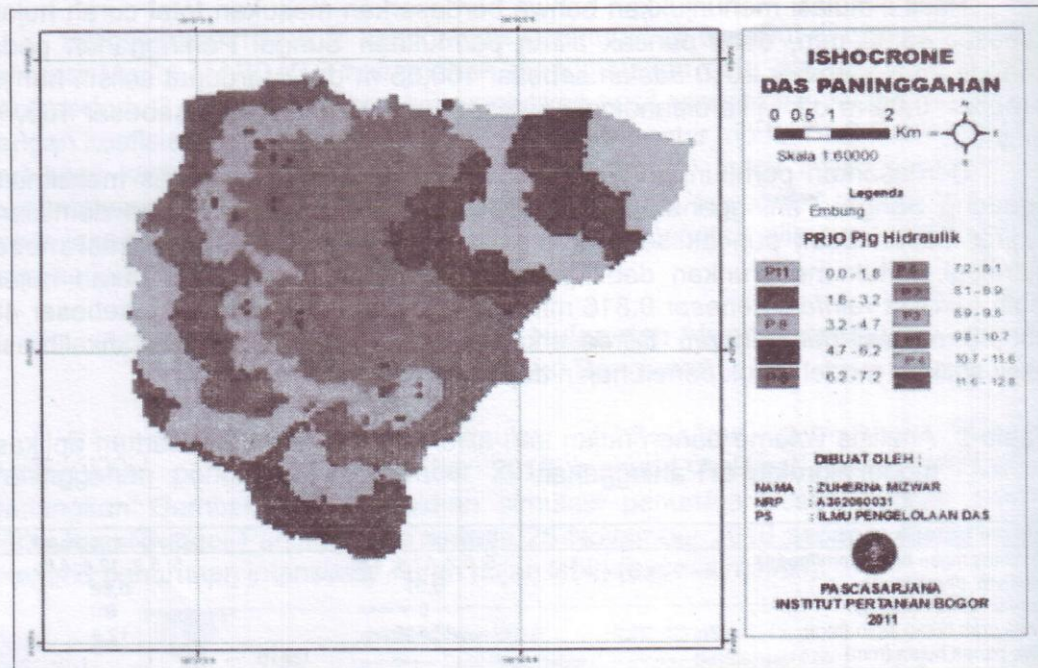
Data simulasi aplikasi model	Sebelum aplikasi	Sesudah aplikasi
Intensitas hujan bruto (mm/6men)	5; 5,2; 12,4; 4,6;	5; 5,2; 12,4; 4,6;
Indeks ϕ (mm/menit)	0,57	0,60
Interval waktu t (menit)	6	6
Total curah hujan lebih (mm)	13,616	12,8
Jeluk panen hujan (mm)		0,816
Volume panen hujan (m3)		48 086,88

Berdasarkan data hasil analisis volume panen hujan dan aliran permukaan, jumlah bangunan panen hujan dan aliran permukaan dapat ditetapkan dengan sebelumnya menetapkan asumsi dimensi bangunan yang dimaksud. Dalam penelitian ini, bangunan panen hujan dan aliran permukaan yang dimaksud adalah embung. Ukuran embung sebaiknya disesuaikan dengan luas daerah tangkapan. Dimensi embung dibuat bervariasi dengan penentuan volume minimum embung 170 m^3 dengan kedalaman 2-2,5 m (Irianto, 2007). Pada penelitian ini kedalaman embung berkisar 3 m sampai 6 m luas minimum embung Panninggahan 170 m^3 yang ditetapkan berdasarkan data lapangan.

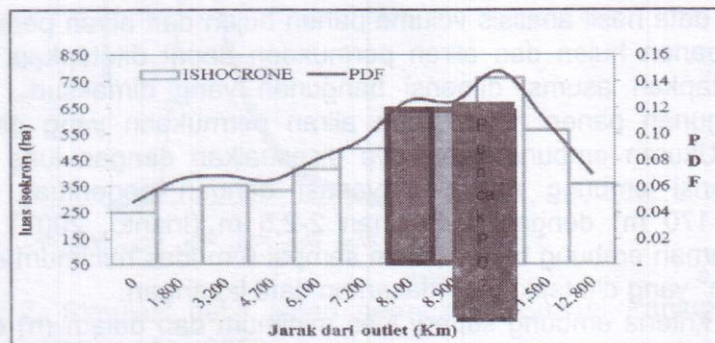
Berdasarkan kriteria embung seperti luas minimum dan dalam (h) embung didapatkan jumlah embung pada suatu DAS. Diketahui volume embung minimum ($VE \text{ min}$) = 170 m^3 dan apabila kedalaman embung (h) adalah 6, 5, 4, dan 3 m, embung pada suatu DAS dengan luas total embung $8 \text{ 014} - 16 \text{ 029 m}^2$ dengan jumlah 47 - 94 buah embung pada Sub DAS Panninggahan.

Analisis Zona Prioritas Implementasi Sistem Panen Hujan dan Aliran Permukaan

Berdasarkan aplikasi SIG menggunakan perangkat lunak ArcGIS, karakterisasi pdf waktu tempuh butir hujan di DAS Panninggahan dapat diidentifikasi berdasarkan analisis isokron. Hasil analisis tersebut adalah rekomendasi implementasi sistem panen hujan dan aliran permukaan, yang sebaiknya dilakukan pada zona yang berjarak 7-11 km dari outlet pada DAS Panninggahan yang diperlihatkan pada Gambar 9 dan 10.



Gambar 9 Peta isokron DAS Panninggahan



Gambar 10. Karakteristik PDF dan isokron (zona prioritas) pengelolaan DAS Panninggahan

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Karakteristik biofisik DAS Panninggahan dari bentuk dan corak adalah persegi dan melebar, daerah dapat dikatakan mengalami pengendalian, lebih *permeable* dan berlereng. Kemampuan model MAPDAS untuk meninterpretasi debit pada DAS Panninggahan mencapai 96% sehingga baik dipakai untuk menganalisa sistem panen hujan dan aliran permukaan DAS Panninggahan. Hujan yang dapat dipanen di Panninggahan sebesar 0,816 mm atau 48 086, 88 m³. Jumlah embung yang dapat dibangun berkisar 47-94 di Panninggahan. Embung dibangun tersebar pada lokasi yang berjarak 7-11 km dari outlet Panninggahan. Penentuan penyebaran embung pada lokasi adalah berdasarkan unit hidrograf

sesaat geomorfologi dengan kurva debit direpresentasikan oleh fungsi kerapatan probabilitas (pdf) waktu tempuh butir hujan yang jatuh dalam DAS (ISOKRON).

Saran

Disarankan untuk melakukan penelitian pada DAS lain yang memiliki data lengkap serta memvalidasi hasil yang diperoleh berdasarkan kajian perkembangan jumlah dan sebaran sistem panen hujan dan aliran permukaan yang telah diplikasikan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Duchesne J and Cudennec C. 1998. *H2U: Une fonction de transfert pluie-débit déterministe et polyvalente, vers des applications multiples*. Chambéry, Journées de la société Hydrotechnique de France, September. 1998.
- Farida et al. 2005. *Rapid Hydrological Appraisal (RHA) of Singkarak Lake in the Context of Rewarding Upland Poor for Environmental Services (RUPES)*. Bogor. Working Paper.
- Irianto G. 2007. *Pedoman Teknis Konservasi Air melalui Pengembangan Embung*. Jakarta: Dinas Pertanian.
- Irianto G. 2008. *Pedoman Umum Konservasi Air*. Jakarta: Dinas Pertanian.
- Kartiwa B. 2005. *Pemodelan Debit*. Tidak dipublikasikan. Bogor: Balitklimat.
- Linsley RK dan Franzini JB. 1989. *Teknik Sumberdaya Air*. Jakarta: Penerbit Airlangga.
- Peranginangin N et al. 2004. *Water accounting for conjunctive groundwater/surface water management: case of the Singkarak-Ombilin River Basin, Indonesia*. Journal of Hydrology 292 (2004) 1-22.
- Subagyo K. 2006. *Analisis Hidrometeorologi untuk Mendukung Pengelolaan Lahan Berkelanjutan di Basin Singkarak*. Studi kasus di Sub DAS Paninggahan dan Muaro Pinggai. Laporan akhir, Balitklimat dan Icrat. Bogor.
- Sosrodarsono S dan Takeda K. 1978. *Hidrologi untuk pengairan*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Wilson EM. 1993. *Hidrologi Teknik* (terjemahan). Bandung: Penerbit ITB.