

Kajian Pemakaian metode SWMHMS untuk mencari debit sungai (Studi Kasus DAS Coban Rondo)

Riyanto Haribowo
Ida Ayu Wayan Sarpindari Jayestishe

ABSTRAK

Kota Malang sebagai kota terbesar kedua di Provinsi Jawa Timur memiliki peran penting atas ketersediaan Sumber Daya Air. Khususnya di DAS Coban Rondo. Berkaitan dengan hal tersebut, dalam studi ini dikaji kondisi debit aliran sungai dengan lokasi studi di DAS Coban Rondo dengan menggunakan Model SWMHMS.

Data-data yang diperlukan untuk menganalisis debit dengan menggunakan Model SWMHMS yaitu data curah hujan harian, evapotranspirasi potensial, data debit harian dan data klimatologi. Dari analisa dengan Model SWMHMS diketahui bahwa nilai KAR 34,5%. Besaran parameter Model SWMHMS untuk DAS Coban Rondo didapatkan AWC = 16,1, CN = 72,768, IRAC = 0,028, PERCCOEFF = 0,100, SC = 0,010 dan SYC = 382. Sedangkan komponen neraca air di DAS Coban Rondo adalah P (curah hujan) = 2372,94 mm, AET (evapotranspirasi aktual) = 37,54 mm, RUNOFF (besarnya limpasan permukaan harian) = 402,14 mm, IGS (tampungan air tanah) = 34294,97 mm, BSFL (aliran dasar) = 342,95 mm.

Kata kunci : DAS Coban Rondo, debit aliran sungai , Model SWMHMS

ABSTRACT

Malang city as a second main municipality in East Java have an important responsibility to the availability of Water Resources. Especially in DAS Coban Rondo. Relate to the mentioned, the objective of this study is to showing a result of the condition of river discharge with location in DAS Coban Rondo by using Model SWMHMS.

Datas required to analyse discharge by using Model SWMHMS are daily rainfall, potential evapotranspiration, daily discharge and climatology. From data analysed through Model of SWMHMS known that KAR value is 34,5%. Parameters quantity Model SWMHMS for the DAS Coban Rondo obtained AWC = 16,1, CN= 72,768, IRAC = 0,028, PERCCOEFF = 0,100, SC = 0,010 and SYC = 382. Meanwhile water balance in DAS Coban Rondo are P (rainfall) = 2372,94, AET (actual evapotranspiration) = 37,54 mm, RUNOFF (level of daily surface runoff) = 402,14 mm, IGS (ground water reservoir) = 3494,97 mm, BSFL (basic stream) = 342,95 mm.

Key Word : DAS Coban Rondo, river stream discharge, Model SWMHMS

1. Pendahuluan

Kabupaten Malang banyak meliputi gunung dan perbukitan. Kondisi topografi yang demikian mengindikasikan potensi hutan yang besar. Hutan yang merupakan sumber air yang cukup, yang mengalir sepanjang tahun melalui sungai-sungainya mengairi lahan pertanian. Tata guna lahan wilayah Kabupaten Malang meliputi: (a) perkampungan 43.633 hektar (13,93%); (b) lahan sawah 45.633 hektar (14,94%); (c) tegalan dan kebun campuran 113.870 hektar (33,98%); (d) perkebunan swasta/rakyat 17.051 hektar (3,61%); (e) hutan 83.639 hektar (26,47%); dan (f) lainnya 52.198 hektar (7,07%). Di Kabupaten Malang, daerah yang dikategorikan rawan bencana adalah rawan letusan gunung berapi, rawan

longsor dan rawan banjir. Ancaman bahaya banjir dan tanah longsor di wilayah kabupaten Malang sangat serius selama musim hujan 2002/2003. Empat faktor penyebabnya antara lain hutan gundul, kekritisian dam, erosi dan sedimentasi tinggi, serta curah hujan tinggi (<http://www.malangkab.go.id>, 14 Agustus 2008).

Kondisi saat ini jumlah air sudah semakin terbatas, hal ini juga dipicu dengan adanya penggundulan hutan yang menyebabkan perusakan lingkungan. Disisi lain, pada saat musim hujan air dapat menyebabkan banjir yang sangat merugikan masyarakat. Untuk itu pemerintah sedang melakukan upaya-upaya misalnya dengan mempercepat pembangunan waduk-waduk

baru, salah satunya Lumbangsari dan Konto II di Kabupaten Malang yang dapat menampung air di musim hujan dan sebagai cadangan air di musim kemarau agar air di DAS Brantas dapat difungsikan secara optimal baik di musim hujan maupun di musim kemarau. Hal ini juga sebagai antisipasi terhadap bahaya kekeringan yang akhir-akhir ini terjadi di Kabupaten Malang (<http://www.bumn.go.id>, 14 Agustus 2008).

Degradasi hutan dan lahan merupakan permasalahan yang sangat memprihatinkan saat sekarang ini. Di wilayah BP DAS Brantas berdasarkan data tahun 2004 luas lahan kritis yang ada baik di luar maupun di dalam kawasan hutan adalah seluas 271.787 ha ([www.BPDAS Brantas.co.id](http://www.BPDAS.Brantas.co.id), 14 Agustus 2008).

Kondisi DAS Coban Rondo Hulu (yang merupakan sub-sub DAS Brantas) pada tahun 2006 mengalami kerusakan daerah tangkapan hujan akibat pengalih fungsian lahan di sepanjang DAS Coban Rondo. Tingginya intensitas hujan pada musim penghujan menyebabkan kelongsoran tanah. Akibatnya terjadi sedimentasi di sungai Cobanrondo ([Tempo Interaktif.com](http://Tempo.com), 25 Oktober 2006).

2. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari studi ini adalah untuk mengetahui parameter-parameter dalam model SWMHMS yang digunakan untuk pemodelan debit aliran sungai di DAS Coban Rondo dan untuk mengetahui besarnya ketersediaan debit aliran sungai sebagai respon dari masukan hujan pada DAS Coban Rondo.

Manfaat yang diharapkan dari studi ini dapat memberi kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dalam bidang Hidrologi, Konservasi Sumber Daya Air dan Pengelolaan DAS yaitu sebagai wacana tentang pemakaian Model SWMHMS. Selain itu juga dimanfaatkan agar dapat mengetahui perkiraan debit dengan menggunakan Model SWMHMS.

3. Lingkup Permasalahan

Desa Ngroto Kecamatan Pujon Kabupaten Malang (yang berada di wilayah Coban Rondo) sebagian wilayahnya merupakan lahan dengan kemiringan yang terjal. Kondisi ini membuat air hujan cepat

mengalir kebawah dan sangat mempengaruhi kemampuan tanah di sekitar sungai. Dengan demikian diperlukan upaya khusus, konservasi sumberdaya air untuk menjaga keseimbangan ekosistem lingkungan (www.raperda.co.id, 14 Agustus). Pada musim penghujan, terjadi longsor tanah di Desa Ngroto, Kecamatan Pujon menyebabkan kerusakan di beberapa tebing sungai yang melintas. Material longsor masuk ke sungai Konto yang ternyata konstruksi bangunan tebing sungai Konto tidak kuat menahan derasnya debit yang mengalir yang disertai longsor tersebut. Lahan pertanian mengalami kerusakan dan konstruksi jalan di sekitar sungai Konto juga mengalami kerusakan bahkan hampir separuh dari jalan raya yang menjadi penghubung antar kota ([Jawa Pos.co.id](http://Jawa.Pos.co.id), 23 November 2007).

Seiring dengan berjalannya waktu kondisi DAS Coban Rondo mengalami kerusakan yaitu daerah tangkapan hujan akibat pengalih fungsian lahan di sepanjang DAS Coban Rondo. Daerah Aliran Sungai (DAS) agar tidak terjadi fluktuasi debit yang besar antara musim penghujan dan musim kemarau maka dapat diwujudkan ketersediaan debit aliran sungai secara berkelanjutan (*sustainable*).

Oleh karena itu diperlukan suatu kajian/studi tentang pemakaian metode *Small Watershed Monthly Hydrologic Modeling System* (SWMHMS) untuk mencari debit sungai di Das Coban Rondo. Studi ini dibatasi pada :

1. Ketersediaan debit yang dimaksud dalam studi ini adalah ketersediaan debit dengan mengacu pada siklus hidrologi.
2. Pemodelan dilakukan berdasarkan ketersediaan data existing yaitu pasangan data input DAS (hujan) dan output DAS (debit) pada waktu yang bersesuaian.

4. Metode Penelitian

Tahap pengumpulan data merupakan sarana pokok untuk menentukan penyelesaian suatu masalah ilmiah. Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengumpulan data adalah jenis data, sumber data dan jumlah data yang diperlukan.

Data yang diperlukan adalah sebagai berikut :

1. Data curah hujan harian, dalam studi ini dipakai data dari stasiun pencatat hujan

Tlekung (07°54'55''LS dan 112°32'30''BT), dan stasiun pencatat hujan Pujon (07°50'36''LS dan 112°28'03''BT) yang diperoleh dari Badan Meteorolog Dan Geofisika Stasiun Klimatologi Karangploso

2. Data klimatologi yaitu data suhu bulanan, kecepatan angin bulanan, kelembapan udara bulanan dan penyinaran matahari bulanan. Data-data tersebut diperoleh dari Stasiun Klimatologi Karangploso, Malang (07°45'48''LS - 112°35'48''BT,+600m).
3. Peta Rupa Bumi 1:25000 yang diperoleh dari Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (BAKORSUTANAL).
4. Data debi bulanan DAS Coban Rondo.

5. Hasil dan Pembahasan

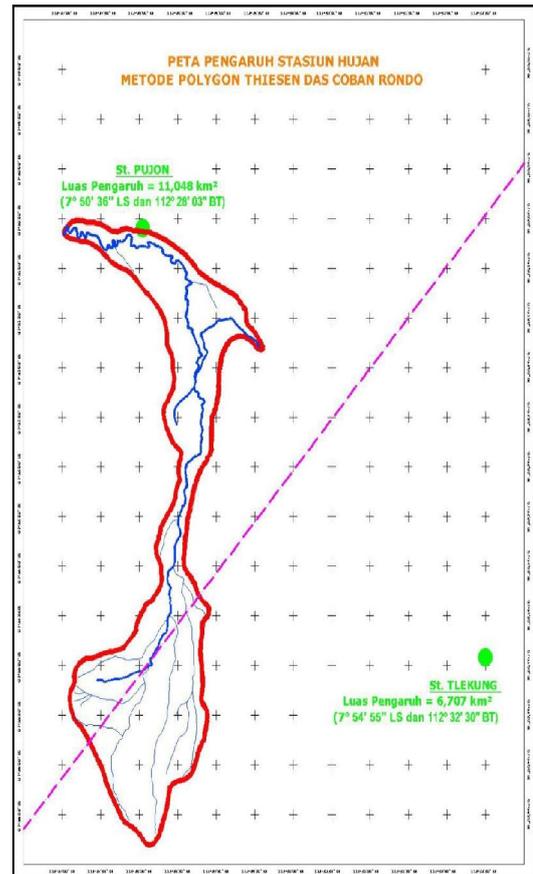
5.1 Analisis Curah Hujan Daerah

Analisis curah hujan didaerah dilakukan menggunakan Metode Polygon Thiessen dengan jumlah stasiun sebanyak 3 (tiga) buah. Stasiun tersebut adalah Stasiun Tlekung (07° 54' 55' LS - 112° 32' 18'' BT) dengan luas daerah pengaruh 6,707 km², dan Stasiun Pujon (07° 50' 36'' LS - 112° 28' 03'' BT) dengan luas daerah pengaruh 11,048 km².

Analisis curah hujan daerah ini akan dihitung dalam periode bulanan karena masukan data yang dibutuhkan dalam Model SWMHMS adalah curah hujan harian. Luas pengaruh Stasiun hujan dan hasil perhitungan analisis curah hujan daerah dengan menggunakan Poligon Thessen dapat dilihat pada Gambar 1.

5.2 Nilai Bilangan Kurva

DAS Coban Rondo terdiri dari berbagai jenis tanah yang kesemuanya masuk kelompok hidrologi tanah C dalam klasifikasi kelompok tanah. Setelah kelompok hidrologi tanah diketahui, maka sesuai jenis penggunaan lahan, nilai bilangan kurva (CN) dapat ditentukan dengan cara coba-coba dari berbagai nilai CN untuk berbagai kemungkinan perlakuan dan kondisi hidrologi pada kelompok tanah. Sebagai contoh, untuk penggunaan lahan jenis hutan, tidak diketahui kondisi hidrologinya. Dengan demikian didapatkan nilai parameter bilangan kurva (CN), yang apabila dimasukkan kedalam Model SWMHMS, debit yang dihasilkan Model SWMHMS akan mendekati data debit terukur.



Gambar 1. Peta Pengaruh Stasiun Hujan Metode Polygon Thiessen DAS Coban Rondo

Nilai bilangan kurva di DAS Coban Rondo disajikan pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Nilai Bilangan Kurva DAS Coban Rondo

No	Jenis Penggunaan Lahan	% Luas	CN
1	Hutan	60.77	70
2	Kebun	12.17	76
3	Semak belukar	1.11	70
4	Pemukiman	3.83	77
5	Tegalan	5.99	78
6	Sawah tadah hujan	16.13	78
Rata-rata CN		100	72.77

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan :

Kelompok hidrologi tanah termasuk dalam kelompok C karena jenis tanahnya berupa lempung berliat, lempung berpasir dangkal, tanah berbahan organik rendah dan tanah-tanah berkadar liat tinggi.

Oleh karena kelompok hidrologi tanah termasuk dalam kelompok C maka nilai CN sebagai berikut:

Tabel 2. Nilai CN dalam kelompok C hidrologi tanah

Jenis penggunaan Lahan	CN
Hutan	70-77
Kebun	76-85
Semak Belukar	70-86
Pemukiman	77-90
Tegalan	78-88
Sawah Tadah Hujan	78-84

Sumber: Hasil Perhitungan

5.3 Evapotranspirasi Potensial

Besarnya evapotranspirasi potensial dihitung menggunakan Metode Penman. Data-data input pada Metode Penman adalah data suhu bulanan rerata, data kelembaban relatif bulanan rerata, data kecerahan matahari bulanan rerata, data kecepatan angin bulanan rerata, dan letak lintang lokasi studi. Data-data klimatologi tersebut berasal dari Stasiun Karangploso (07° 45' 48'' LS - 112°35'48'' BT, +600 m).

Perhitungan evapotranspirasi potensial dilakukan dengan periode bulanan pada masing-masing tahun, yaitu pada tahun 1999. Hasil perhitungan evapotranspirasi potensial

dengan menggunakan Metode Penman dapat dilihat pada Tabel 3.

5.4 Analisis Model SWMHMS

Pemodelan hidrologi dengan Metode SWMHMS, memerlukan data masukan (input) yaitu data curah hujan rata-rata harian dan data evapotranspirasi potensial harian, serta data debit aliran sungai untuk keperluan kalibrasi. Berdasarkan ketersediaan dan kesesuaian data yang ada, maka pemodelan dilakukan dengan menggunakan data harian antara bulan Januari 1998 sampai dengan bulan Desember 1999.

Parameterisasi dan kalibrasi Model SWMHMS dilakukan dengan cara mencoba-coba nilai dari parameter Model SWMHMS seperti AWC, CN, IRAC, PERCCOEF, SC, dan SYC hingga mendapatkan nilai Q_{model} (debit hasil pendugaan dengan Model SWMHMS) yang nilainya mendekati Q_{obs} (debit hasil pengamatan). Hasil parameterisasi Model SWMHMS dengan nilai kesalahan absolut rata-rata (KAR) sebesar 34,5 % dan hasil pendugaan komponen neraca air DAS Coban Rondo disajikan pada Tabel 4 dan 5.

Tabel 3. Perhitungan Evapotranspirasi Potensial Metode Penman

Parameter	Satuan	Bulan											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agst	Sept	Okt	Nov	Des
Data													
1. Temperatur, t	°C	25.50	23.80	23.40	23.40	23.30	22.70	21.70	22.20	23.30	24.00	23.70	25.60
2. Kelembaban relatif, RH	%	78.00	81.00	81.00	81.00	73.00	72.00	71.00	69.00	67.00	76.00	79.00	80.00
3. Kecerahan matahari, n/N	%	37.00	45.00	44.00	48.00	81.00	77.00	76.00	79.00	90.00	67.00	56.00	56.00
4. Kecepatan angin, u	km/jam	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	1.00	4.00	4.00	6.00	1.00	1.00	2.00
	m/dt	1.11	1.11	1.11	0.83	0.83	0.28	1.11	1.11	1.67	0.28	0.28	0.56
Perhitungan													
1. w	mbar	0.75	0.73	0.73	0.73	0.73	0.72	0.71	0.72	0.73	0.74	0.73	0.75
2. Angka angot, Ra	mm/hr	16.07	16.09	15.25	15.25	13.13	12.44	12.74	13.73	14.91	15.79	15.98	15.97
3. Radiasi gel. Pendek, Rs	mm/hr	7.23	7.93	7.44	7.77	9.03	8.28	8.41	9.29	10.97	9.66	8.83	8.82
4. Fungsi suhu, f(t)		15.78	15.35	15.18	15.30	15.23	15.08	14.83	14.95	15.30	15.40	15.33	15.80
5. Tekanan uap jenuh, ea	mbar	32.65	29.49	28.77	28.77	28.59	27.51	25.71	26.61	28.59	29.85	29.31	32.83
6. Tekanan uap nyata, ed	mbar	25.47	23.89	23.30	23.30	20.87	19.81	18.25	18.36	19.16	22.69	23.15	26.26
7. Fungsi tekanan uap, f(ed)		0.12	0.12	0.13	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15	0.13	0.13	0.11
8. Fungsi kecerahan matahari, f(n/N)		0.43	0.51	0.50	0.53	0.83	0.79	0.78	0.81	0.91	0.70	0.60	0.60
9. Radiasi gel. panjang, Rn1		0.81	0.97	0.96	1.04	1.75	1.72	1.77	1.84	2.05	1.41	1.19	1.09
10. Fungsi angin, f(u)	m/dt	0.53	0.53	0.53	0.46	0.46	0.33	0.53	0.53	0.66	0.33	0.33	0.40
11. Evapotranspirasi, Eto*	mm/hr	4.41	4.44	4.15	4.18	4.63	3.96	4.37	4.91	6.19	4.92	4.53	4.80
12. Angka koreksi, c		1.10	1.10	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00	1.10	1.10	1.15	1.15
13. Evapotranspirasi potensial, Eto	mm/hr	4.85	4.89	4.15	4.18	4.39	3.76	4.37	4.91	6.81	5.42	5.21	5.52
14. Evapotranspirasi potensial, Eto	mm/bulan	150.45	141.72	128.63	125.30	136.23	112.79	135.51	152.34	204.20	167.87	156.26	171.18

Sumber : Perhitungan

Tabel 4. Parameter-parameter Model SWMHMS pada DAS Coban Rondo

Parameter Model SWMHMS	Besar Parameter
AWC	16.100
CN	72.768
IRAC	0.028
PERCCOEF	0.100
SC	0.010
SYC	382.000

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5. Komponen Neraca Air Das Coban Rondo Menggunakan Model SWMHMS

Bulan	Komponen Neraca Air (mm)					
	P	AET	RUN OFF	IGS	BSFL	Q
Jan	398	-94	54	2645	26	80
Feb	329	-51	68	1967	20	88
Mar	265	-88	55	4096	41	95
Apr	218	-22	23	5721	57	80
Mei	50	91	0	5785	58	58
Jun	26	81	4	4148	41	46
Jul	3	110	0	3155	32	32
Ags	15	92	5	2311	23	28
Sep	0	42	0	1645	16	16
Okt	213	-4	38	1252	13	51
Nop	376	-58	44	891	9	53
Des	479	-61	111	678	7	118

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan :

P = Curah Hujan (mm)

AET = Evapotranspirasi Aktual (mm)

RUNOFF = Limpasan Permukaan (mm)

IGS = Tampung Air Tanah (mm)

BSFL = Aliran Dasar (mm)

Q = Debit Aliran Sungai (mm)

6. Kesimpulan

Berdasarkan seluruh rangkaian kegiatan studi ini, maka dapat diberikan kesimpulan sebagai berikut :

1. Besar parameter-parameter Model SWMHMS untuk DAS Coban Rondo adalah sebagai berikut :

- AWC = 16,1
- CN = 72,768
- IRAC = 0,028
- PERCCOEF = 0,100
- SC = 0,010
- SYC = 382

2. Tingkat validitas atau akurasi yang ditunjukkan dengan Kesalahan Absolut Rata-rata (KAR) pada tahap parameterisasi Model SWMHMS ini adalah sebesar 34,5 %
3. Hasil pendugaan komponen neraca air pada DAS Coban Rondo seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5, dengan besaran tahunannya adalah sebagai berikut :
 - Hujan (P) = 2372,94 mm
 - Evapotranspirasi Aktual (AET) = 37,54 mm
 - Limpasan (RUNOFF) = 402,14 mm
 - Aliran Dasar (BSFL) = 342,95 mm
 - Debit Aliran Sungai = 745,09 mm

DAFTAR PUSTAKA

- Allerd, B. and C.T. Haan. (1996). *SWMHMS-Small Watershed Monthly Hydrologic Modeling System*. Water Resources Bulletin, Journal of the American Water Resources Association. Vol. 32 No. 3. June 1996. ISSN 0043-1370. Pp. 541-552. American Water Resources Association. Herndon, Virginia.
- Arsyad, S. (2000). *Konservasi Tanah dan Air*. Institut Pertanian Bogor Press. Bogor.
- Asdak, C. (2002). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Brooks, K.N., P.F. Ffolliot, H.M. Gregesen, and J.L. Thames. (1992). *Hydrology and The Management of Watershed*. Iowa State University Press. Iowa.
- Chow, V.T., D.R. Maidment, and L.W. Mays. (1998). *Applied Hydrology*. Mc Graw-Hill. Singapore.
- Suhardjono (1994). *Kebutuhan Air Tanaman*. Institut Teknologi Nasioanal (ITN).
- Mulyantari, F. dan W. Adidarma. (2003). *Penentuan Parameter Hubungan Hujan Limpasan Model NRECA Dengan Optimasi*. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pengairan. Vol. 17 No. 51 Juni 2003. ISSN 0215-1111. Pp. 32- 44. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air. Bandung.
- Sigh, V.P. (1995). *Computer Models of Watershed Hydrology*. Water Resource Publications. Colorado.