

**KAJIAN POTENSI KETERSEDIAAN AIR MENGGUNAKAN
MODEL NERACA AIR BULANAN THORNTHWAITTE-MATHER
(STUDI KASUS : SUB DAS SUBAYANG KAMPAR KIRI HULU)**

Cupertino Tamba¹⁾, Manyuk Fauzi, Imam Suprayogi²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, ²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru 28293
E-mail :Gunungmas60@yahoo.com

ABSTRACT

Water quantity is an important factor in evaluating water resources. It must be measured directly, However not all of the watersheds has hydrology station, the quantity or the amount of the water can be measured by modeling. One of the simple models in estimating the potential of water each month is Thornthwaite-mather method. This method is based on water balance. The rain as an interior, the evapotranspiration and the discharge of water as superficial. The characteristics of the soil physically and the occlusion of land area as a processor. The aim of this research is to getan information about the appraising of the availability of the water per month. The result of this research shows that the appraising of the potential of the availability of water assumed that 50% of the surplus of the water will be become runoff. The Runoff computation of the surface will be start as soon as the dry season ending. ($S > 0$) in which at this point, assumption 50% is used from the surplus that will be added to the run-off for the upcoming month in and the Runoff is the amount of the availability of the water in the sub watersheds Subayang of the water in the sub watersheds Subayang. In order to get the good result of the standard comparison. The result of the water measurement is better to be checked again.

Keywords: Water potensial estimation, Direct mesurement

I. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam esensial, yang sangat dibutuhkan oleh manusia dan makhluk hidup lainnya. Dengan air, maka bumi menjadi planet dalam tata surya yang memiliki kehidupan (Kodoatie, 2010). Air bertransformasi melalui daur hidrologi. Sebagai sistem hidrologi, Daerah Aliran Sungai (DAS) menerima input berupa curah hujan kemudian memprosesnya sesuai dengan karakteristiknya menjadi aliran. Hujan yang jatuh dalam satu DAS sebagian akan jatuh pada permukaan

vegetasi, permukaan tanah atau badan air (Triatmodjo, 2009).

Memperkirakan kuantitas air adalah faktor penting dalam evaluasi sumberdaya air. Kuantitas air harus diukur secara langsung, namun DAS Subayang tidak memiliki stasiun hidrologi. Kuantitas atau jumlah air dapat dihitung dengan salah satu pemodelan sederhana yang memperkirakan potensi air bulanan dengan metode *Thornthwaite-Mather*. Penaksiran potensi air bulanan dengan metode *Thornthwaite-Mather* ini sudah pernah diteliti di Sub DAS

Wuryanto, Wonogiri dan hasil penaksiran debit bulanan mempunyai korelasi yang tinggi dengan hasil pengukuran. Maka metode penaksiran potensi air bulanan ini sangat cocok diterapkan di Sub DAS Subayang mengingat di Sub DAS Subayang belum adanya stasiun hidrologi.

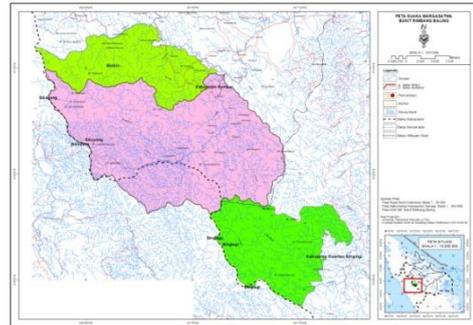
Permasalahan pengelolaan DAS Subayang dan frekuensinya mempunyai kecenderungan semakin meningkatnya penduduk, konversi lahan untuk perkebunan karet, permukiman, ilegal logging dan sebagainya. Ekses dari kesemuanya ini adalah timbulnya permasalahan lingkungan yang mungkin sebelumnya tidak pernah terjadi seperti banjir dan kekeringan. Permasalahan lingkungan DAS Subayang ini mengakibatkan DAS berada dalam kondisi yang kritis yang bisa mengakibatkan kekeringan dan banjir di bulan-bulan tertentu. Maka pemodelan ini menjadi sangat relevan untuk dijadikan kajian berkelanjutan di sub DAS Subayang untuk mendapatkan pendugaan potensi air bulanan dengan menggunakan metode *Thorntwaite-Mather* hanya menggunakan beberapa data yaitu data curah hujan sebagai masukan, data vegetasi sebagai penutupan lahan, data suhu udara, dan data sifat tanah fisik tanah sehingga dapat digunakan untuk mengetahui jumlah air ketersediaan air ataupun kekurangan (defisit) tanpa membutuhkan data tinggi muka air.

II. METODOLOGI

1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Daerah Aliran Sub DAS Subayang terletak di Provinsi Riau.

Secara geografis wilayah DAS SM Rimbang Baling, secara administrasi terletak di Kabupaten Kampar. DAS SM Rimbang Baling terdiri dari tiga Sub DAS yaitu Sub DAS Bio bio, Sub DAS Sibayang, Sub DAS Singingi. Khusus untuk penelitian ini hanya untuk Sub DAS Subayang.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian
Sumber : BPDAS INDRAGIRI ROKAN

2. Pengumpulan Data

- Data curah hujan, digunakan data curah hujan di stasiun Gema selama 9 tahun pengamatan (2006-2014), diperoleh dari BPDAS Indragiri Rokan.
- Data klimatologi, meliputi data temperatur udara tahun data curah hujan di stasiun Pasar Kampar selama 9 tahun pengamatan (2006-2014), diperoleh dari BPDAS Indragiri Rokan.
- Peta jenis tanah dan tekstur tanah tahun 2009, diperoleh dari BPDAS Indragiri Rokan.

3. Tahapan Pelaksana Studi

a. Analisa Data Suhu

Di Indonesia tidak semua stasiun mempunyai data suhu udara. Untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan pendugaan suhu udara dari stasiun terdekat dengan mempertimbangkan faktor ketinggian tempat. Untuk penyesuaian ini digunakan cara Mock (1973).

$$\Delta T = 0,006 (Z_1 - Z_2)$$

dimana:

ΔT = selisih temperatur udara masing-masing stasiun ($^{\circ}\text{C}$)

Z_1 = ketinggian stasiun acuan (m)

Z_2 = ketinggian stasiun curah hujan yang diperhitungkan (m)

b. Evapotranspirasi Potensial Metode Thornthwaite Mather

Thornthwaite mengusulkan metode empiris menghitung evapotranspirasi potensial dari data suhu rata-rata bulanan, standar bulan 30 hari dan jam penyinaran 12 jam. Adapun persamaannya adalah sebagai berikut:

$$i = \left(\frac{T}{5}\right)^{1.514}$$

$$I = \sum i)$$

$$a = (0,675 \cdot 10^{-6} \cdot i^3)(0,77 \cdot 10^{-4} \cdot I^2) + 0,01792 \cdot I + 0,49239 (2-7)$$

$$Pex = 16 (10T/I)^a$$

dimana:

Pex = evapotranspirasi potensial belum terkoreksi (mm/bln)

T = suhu udara ($^{\circ}\text{C}$)

i = indeks panas

I = jumlah indeks panas dalam setahun

a = indeks panas

Untuk evapotranspirasi potensial terkoreksi dikalikan dengan faktor koreksi.

$$PE = f \cdot Pex$$

dimana:

PE = evapotranspirasi potensial terkoreksi (mm/bulan)

f = faktor koreksi (dilihat pada tebal koreksi lintang dan waktu)

c. Kapasitas Tanah dalam Menyimpan Air (*Water Holding Capacity*)

Kapasitas tanah dalam menyimpan air adalah jumlah air maksimum yang dapat disimpan di

dalam lapisan tanah yang besarnya ditentukan oleh porositas tanah dan kedalaman akar. Petak kapasitas tanah dalam menyimpan air diturunkan dari peta satuan lahan dengan memberikan nilai *Water Holding Capacity (WHC)* kepada setiap satuan lahan atas dasar jenis tutupan lahan dan permeabilitas tanah. Nilai *WHC* dapat diperoleh dengan bantuan tabel pendugaan yang dikombinasikan dengan kedalaman perakaran pada berbagai tekstur tanah (Tabel 2.1).

d. Akumulasi Potensi Kehilangan Air Tanah (*Accumulation Potential Water Loss*)

Menghitung *APWL* dilakukan dengan cara menjumlahkan angka pada bulan yang negatif, yaitu menjumlahkan nilai *APWL* bulan sebelumnya dengan nilai *P-PE* pada bulan ke- i .

- Pada bulan-bulan kering ($P < PE$) dilakukan dengan cara menjumlahkan nilai selisih ($P-PE$) setiap bulan dengan nilai ($P-PE$) bulan sebelumnya.

- Pada bulan-bulan basah ($P > PE$), maka nilai *APWL* sama dengan nol.

e. Kelengesan Tanah

Untuk menghitung kelengesan tanah, nilai didapatkan dengan memperhitungkan bulan basah dan bulan kering

- Pada bulan-bulan basah ($P > PE$), maka nilai *ST* untuk tiap bulannya sama dengan *WHC*

- Pada bulan-bulan kering ($P < PE$), maka nilai *ST* untuk tiap bulannya dihitung dengan

$$ST = Sto \cdot e^{-(APWL/Sto)}$$

f. Perubahan Kelengesan Tanah

Perhitungan penambahan air (ΔST) dilakukan dengan cara mengurangi nilai ST pada bulan yang bersangkutan dengan nilai ST pada bulan sebelumnya.

g. Evapotranspirasi Aktual

Nilai Evapotranspirasi aktual bisa didapat dengan memperhitungkan bulan basah dan bulan kering dimana,

- Untuk bulan-bulan basah ($P > PE$), maka nilai $AE = PE$
- Untuk nilai bulan-bulan kering ($P < PE$), maka nilai $AE = P - \Delta ST$

h. Perhitungan Surplus

Nilai surplus (S) atau kelebihan lengas tanah yang terjadi didapat dengan persamaan sebagai berikut:

$$S = (P - PE) - \Delta ST$$

dimana:

S = Surplus (mm/bulan)

P = presipitasi (mm/bulan)

PE = evapotranspirasi potensial (mm/bulan)

ΔST = perubahan lengas tanah (mm)

i. Perhitungan Defisit

Defisit atau kekurangan lengas tanah yang terjadi didapat dengan menghitung selisih antara PE dengan AE (lihat Persamaan 2-26).

$$D = PE - AE$$

dimana:

D = Defisit (mm/bulan)

PE = evapotranspirasi potensial (mm/bulan)

AE = evapotranspirasi aktual (mm/bulan)

j. Perhitungan *Runoff*

Langkah terakhir dari perhitungan neraca air dengan metode *Thornthwaite-Mather* adalah menghitung *runoff*. *Runoff* diperoleh dari surplus air yang besarnya diaumsikan 50% dan

sisanya akan keluar menjadi *runoff* pada bulan berikutnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Fisik Sub DAS Subayang

Daerah Aliran Sub DAS Subayang terletak di Provinsi Riau dengan luas wilayah 64.592,8 Ha dan panjang Sungai utama 61,5km. Secara geografis wilayah DAS SM Rimbang Baling, secara administrasi terletak di Kabupaten Kampar. DAS SM Rimbang Baling terdiri dari tiga Sub DAS yaitu Sub DAS Bio bio, Sub DAS Sibayang, Sub DAS Singingi. Khusus untuk penelitian ini hanya untuk Sub DAS Subayang. Untuk selanjutnya Sub DAS Subayang disajikan pada Gambar 1.

Sedangkan untuk data suhu menggunakan stasiun pasar Kampar mulai tahun 2006-2014. Dikarenakan Stasiun gema belum mempunyai stasiun klimatologi. Maka dalam penelitian ini menggunakan pendugaan suhu pada lokasi penelitian dengan menggunakan cara *Mock*, dikarenakan selisih temperatur udara masing-masing stasiun sangat kecil mengakibatkan data suhu pada stasiun Pasar Kampar dan stasiun Gema tidak berbeda.

Dan curah hujan bulanan yang dipergunakan data stasiun Gema selama 9 tahun mulai dari tahun 2006-2014. Pola hujannya setiap tahun berbeda-beda. Dari data curah hujan selama 9 tahun dari 2006-2014 curah hujan maksimal pada maret tahun 2008 sebesar 737 mm dan curah hujan minimal pada juni tahun 2014 sebesar 6,8 mm

Berdasarkan peta penutupan lahan Sub DAS Subayang

mempunyai penutupan lahan yaitu Hutan Lahan Kering Primer dan Hutan Lahan kering Sekunder. Dari penutupan lahan jenis yang mendominasi adalah Hutan Lahan Kering Primer. Peta penutupan lahan dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Penutupan Lahan

No	Penggunaan lahan	Tahun 2009	
		Ha	Proporsi
1	hutan lahan kering primer	53,281.20	82.49
2	hutan lahan kering sekunder	11,311.64	17.51
Jumlah		64,592.84	100.00

Sumber: Hasil Analisa

Dari peta jenis tanah di Sub DAS Subayang terdapat 2 jenis tanah yaitu kambisol (lempung berdebu) dan Podsolid (lempung pasir halus). Dari kedua jenis tanah tersebut yang mendominasi adalah jenis tanah Podsolid yang sebagian besar terletak dibagian hulu. Peta Jenis tanah ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Hasil penggabungan peta Tata Guna Lahan dan Tekstur tanah ini memperoleh Kapasitas tanah dalam menyimpan air dengan menggunakan software *Arcview Gis 3.2* maupun *ArcGis*. Maka akan memperoleh Nilai kelembaban tanah tertahan atau kelembaban tanah pada Kapasitas lapang (*STo*) sama dengan Kapasitas menyimpan air (*WHC*).

Tabel 2. Rekapitulasi Kelembapan tanah

No	Jenis Vegetasi	Tekstur tanah	Proporsi (%)	Area (HA)	Area Tersedia (mm/m)	Zona Perakaran(m)	Kelembaban (mm)
1	hutan primer	lempung pasir halus	70.2	45,340.6	150.0	2.0	21,058.3
		Lempung berdebu	12.3	7,940.6	200.0	2.0	4,917.3
2	hutan sekunder	lempung pasir halus	2.8	1,814.5	150.0	2.0	842.8
		lempung berdebu	14.7	9,497.1	200.0	2.0	5,881.2
			100.0	64,592.8			32,699.6

Sumber: Hasil Analisa

B. Potensi ketersediaan Sub DAS Subayang dengan Metode *Thornwaite-Mather*

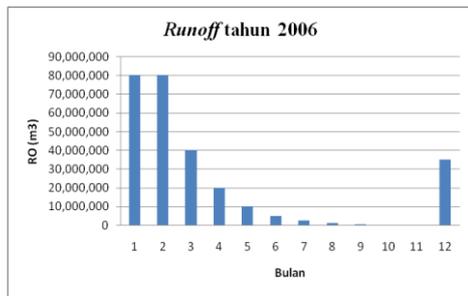
Hasil estimasi potensi air bulanan dengan metode Thornthwaite-Mather pada Grafik *Runoff*. Dari Tabel 3. dapat dilihat bahwa berdasarkan hasil perhitungan estimasi potensial air bulanan dengan metode *Thornthwaite-Mather* selama 9 tahun. Dilihat dari hasil perhitungan bahwa potensi air bulanan tertinggi terjadi pada tahun 2013 yaitu 212.969.320,65 m³/bln dan terendah terjadi pada tahun 2012 yaitu berkisar 18,17 m³/bln. Hal ini jika dihubungkan dengan kejadian hujan yang terjadi di Sub DAS Subayang seperti disajikan pada perhitungan dapat dianalogikan bahwa semakin kecil curah hujan yang turun maka potensi airnya juga semakin kecil dan begitu sebaliknya.

Selanjutnya pada gambar 2 sampai gambar 10 disajikan hasil perhitungan potensi air bulanan hasil estimasi dengan metode Thornwaite-Mather. Potensi air bulanan Sub DAS Subayang dihitung mulai tahun 2006 sampai dengan 2014. Hasil potensi ketersediaan air di Sub DAS Subayang diasumsikan bahwa surplus air akan menjadi aliran pada bulan berikutnya sebesar 50%. Hasil perhitungan estimasi potensi air bulanan hasil perhitungan dengan metode *Thornwaite-Mather* di Sub DAS Subayang disajikan pada Gambar 2. sampai Gambar 10.

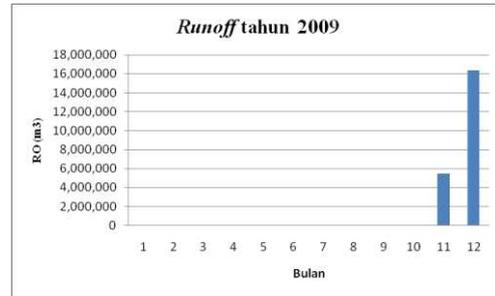
Tabel 3 Rekapitulasi *Runoff* bulanan Sub DAS Subayang 9 tahun

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sep	Okt	Nop	Des
2006	80,321,804.15	80,321,804.15	40,160,902.08	20,080,451.04	10,040,225.52	5,020,112.76	2,510,056.38	1,255,028.19	627,514.09	313,757.05	156,878.52	34,976,392.28
2007	34,937,172.64	56,565,511.25	78,017,554.53	58,469,092.07	49,594,117.83	34,976,844.81	17,488,422.40	8,744,211.20	4,372,105.60	2,186,052.80	1,093,026.40	546,513.20
2008	23,478,708.62	31,465,926.84	157,167,702.60	162,074,302.92	89,889,514.04	44,944,757.02	22,472,378.51	11,236,189.26	5,618,094.63	2,809,047.31	1,404,523.66	690,797.62
2009	34,539.88	17,269.94	8,634.97	4,317.49	2,158.74	1,079.37	539.69	269.84	134.92	67.46	5,463,559.80	16,390,578.20
2010	128,325,303.31	73,690,042.65	36,845,021.32	18,422,510.66	9,211,255.33	4,605,627.67	2,302,813.83	1,151,406.92	575,703.46	287,851.73	143,925.86	18,608.19
2011	9,304.09	4,652.05	2,326.02	1,163.01	581.51	290.75	145.38	72.69	36.34	18.17	64,611,548.69	193,834,618.81
2012	161,528,849.01	48,458,654.70	24,229,327.35	12,114,663.68	6,057,331.84	3,028,665.92	1,514,332.96	757,166.48	378,583.24	189,291.62	48,104,505.92	173,986,120.51
2013	212,969,320.65	43,496,530.13	21,748,265.06	10,874,132.53	5,437,066.27	2,718,533.13	1,359,266.57	679,633.28	339,816.64	169,908.32	84,954.16	42,477.08
2014	21,238.54	10,619.27	5,309.64	2,654.82	1,327.41	663.70	331.85	165.93	82.96	41.48	20.74	-

Sumber: Hasil Analisa



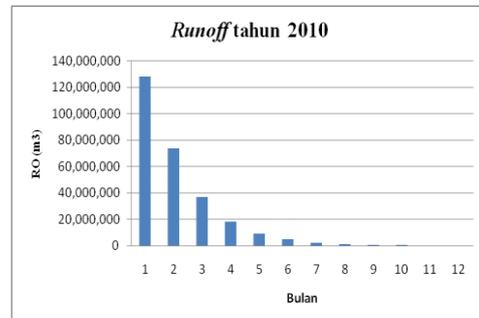
Gambar 2. Grafik *Runoff* tahun 2006



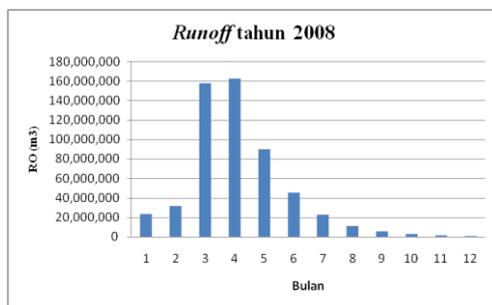
Gambar 5 Grafik *Runoff* tahun 2009



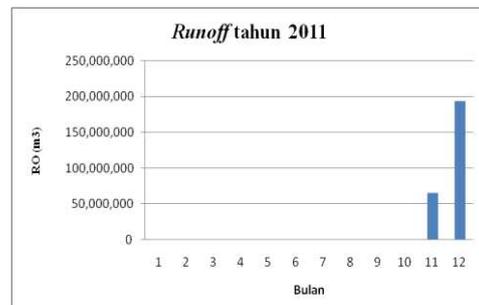
Gambar 3. Grafik *Runoff* tahun 2007



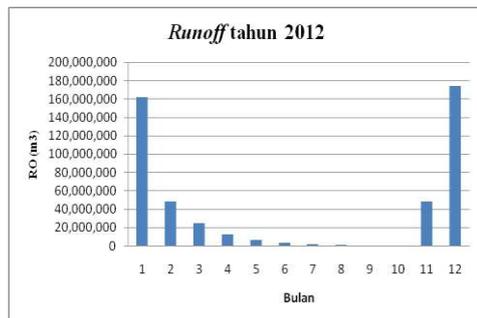
Gambar 6. Grafik *Runoff* tahun 2010



Gambar 4 Grafik *Runoff* tahun 2008



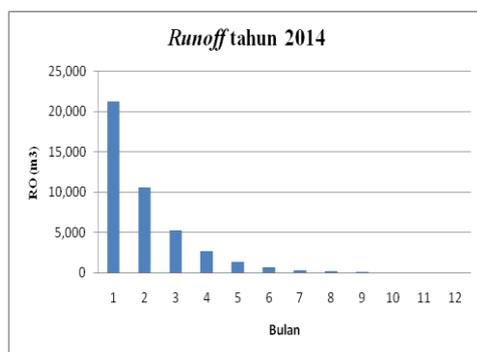
Gambar 7. Grafik *Runoff* tahun 2011



Gambar 8. Grafik *Runoff* tahun 2012



Gambar 9 Grafik *Runoff* tahun 2013



Gambar 10. Grafik *Runoff* tahun 2014

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian neraca air Sub DAS Subayang ini didasari pada analisis ketersediaan menggunakan model neraca air bulanan *Thornthwaite-Mather*. Dengan metode *Thornthwaite-Mather* pendugaan potensi ketersediaan air dipengaruhi oleh curah hujan dan penguapan jika penguapan tinggi maka mengakibatkan surplus nya rendah.

Perhitungan limpasan permukaan dimulai sesaat setelah musim kering berakhir ($S > 0$), dimana dalam hal ini digunakan asumsi 50% dari surplus akan ditambahkan untuk *run-off* bulan berikutnya dimana *Runoff* tersebut merupakan jumlah ketersediaan air yang terdapat pada Sub DAS Subayang. Potensi ketersediaan air bulanan maximum terjadi di bulan Januari pada tahun 2013 yaitu 212.969.320,65 m³/bln sedangkan potensi ketersediaan air bulanan minimum terjadi di oktober pada tahun 2012 yaitu berkisar 18,17 m³/bln.

Adapun saran yang dapat digunakan sebagai rekomendasi Pendugaan potensi Ketersediaan air pada penelitian ini menggunakan asumsi-asumsi karena keterbatasan data. Untuk penelitian yang lebih detil kita membandingkan data debit sungai dari pengukuran di lokasi dengan hasil perhitungan untuk mengetahui keakuratan metode *Thornthwaite Mather*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggun, 2015. Analisa Kekeringan Menggunakan Metode *Thornthwaite Mather* pada Sub-Sub Das Keyang Kabupaten Ponorogo. Malang: Universitas Brawijaya.
- Asdak, C., 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

- Kodoartie, Robert J., dan Syarief, Roestam., 2010, *Tata Ruang Air*, CV Andi O set, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang, 2009. *Hidrologi Terapan*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Bonita, Riztri., dan Mardyanto, Agus, 2015. *Studi Water Balance Air tanah di Kecamatan Kejayan, Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Irfan, Budi dan Nugroho, Rahardyan, 2009. *Perbandingan Hasil Estimasi Potensi Air Bulanan dan Hasil Pengukuran Langsung di Sub DAS Wuryantoro, Wonogiri*. Solo: Balai Penelitian Kehutanan Solo