

**PERBANDINGAN HASIL ESTIMASI POTENSI AIR BULANAN DAN HASIL
PENGUKURAN LANGSUNG DI SUB DAS WURYANTORO, WONOGIRI
(Comparison of Monthly Water Potential Estimation and Direct Measurement of
Wuryantoro Sub Watershed, Wonogiri)***

Oleh/By:

Irfan Budi Pramono dan/and Rahardyan Nugroho Adi

Balai Penelitian Kehutanan Solo

Jl. A. Yani Pabelan PO. BOX 295 Kartasura – Solo. Telp: (0271) 716709, Fax: (0271) 716959

e-mail : bpk_solo_pp@yahoo.com

*Diterima : 25 Agustus 2009; Disetujui : 27 April 2010

ABSTRACT

Water quality and quantity are important factors for water resources evaluation. Water quality and quantity should be measured directly. Unfortunately, some watersheds do not have hydrologic stations. Water quantity can be estimated through modeling. One of the simple models for monthly water potential estimation is Thornthwaite-Mather method. The method is based on water balance in which rainfall as an input, and evapotranspiration and run-off as outputs. Physical soil properties and land cover characteristics especially rootzone are as processors. The aim of this research was to compare between estimation and direct measurement of monthly water potential. The result showed that monthly run-off prediction has high correlation with direct measurement ($R^2 = 0.77-0.91$). In order to get an appropriate result, the method should reconsider about water surplus assumption. The assumption of 50% water surplus for next month will not be suitable for all watersheds. Some watersheds may assume more than 50% water surplus and some other watersheds may assume less than 50%, depending on watershed characteristics, especially on geological formation. In order to get a more accurate result, the direct measurement of run-off should be rechecked.

Keywords: Water potential estimation, direct measurement, water balance

ABSTRAK

Kualitas dan kuantitas air adalah faktor penting dalam evaluasi sumberdaya air. Kualitas dan kuantitas air harus diukur secara langsung. Namun demikian, tidak semua DAS memiliki stasiun hidrologi. Kuantitas atau jumlah air dapat dihitung dengan pemodelan. Salah satu model yang sederhana untuk memperkirakan potensi air bulanan adalah metode *Thornthwaite-Mather*. Metode ini didasarkan pada neraca air. Hujan sebagai masukan, evapotranspirasi dan debit sebagai luaran. Sifat fisik tanah dan karakteristik penutupan lahan sebagai pemroses. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi tentang hasil perbandingan antara penaksiran potensi air bulanan dan hasil pengukuran langsung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penaksiran debit bulanan mempunyai korelasi yang tinggi dengan hasil pengukuran dengan R^2 berkisar antara 0,77 sampai 0,91. Dalam rangka mendapatkan hasil yang sesuai maka metode ini perlu mempertimbangkan perubahan asumsi surplus air. Asumsi surplus air 50% untuk bulan berikutnya kurang cocok untuk semua DAS. Beberapa DAS mungkin mempunyai asumsi surplus air lebih dari 50%, sedangkan beberapa DAS lainnya mungkin kurang dari 50%, tergantung pada karakteristik DAS, khususnya formasi geologi. Untuk mendapatkan hasil perbandingan yang baik, maka hasil pengukuran langsung sebaiknya dilakukan pengecekan lagi.

Kata kunci: Estimasi potensi air, neraca air, pengukuran langsung neraca air

I. PENDAHULUAN

Air merupakan sumberdaya alam penting dalam menunjang kehidupan manusia dan semua makhluk yang ada di bumi.

Tanpa air, manusia tidak mungkin dapat bertahan hidup. Air juga merupakan sumberdaya vital dalam menunjang pembangunan ekonomi seperti sektor industri, perdagangan, pertanian, perikanan, trans-

portasi, pembangkit tenaga listrik, pariwisata, dan rumah tangga. Selain dimanfaatkan untuk hal-hal positif, perairan juga dimanfaatkan sebagai tempat membuang sampah dan limbah sebagai akibat proses produksi maupun konsumsi. Sebagai salah satu sumberdaya alam, air di muka bumi tidak terdapat secara merata. Distribusi air dari satu tempat ke tempat lain di muka bumi berbeda-beda menurut ruang dan waktu. Banyak daerah yang mempunyai potensi air yang cukup, tetapi tidak jarang dijumpai daerah-daerah yang mempunyai potensi air yang sangat kecil, bahkan pada waktu-waktu tertentu mengalami kekurangan air (Setyawan, 2006).

Dalam mempelajari serta mengevaluasi sumberdaya air di suatu wilayah, segi kuantitas yaitu potensi sumberdaya air serta kualitasnya merupakan dua hal yang harus diketahui, karena kedua hal tersebut merupakan ukuran yang harus dipertimbangkan dalam pemanfaatan sumberdaya air yang ada pada suatu wilayah. Oleh karenanya pemanfaatan sumberdaya air tersebut harus mempertimbangkan segi kuantitas (potensi) serta kualitasnya (Setyawan, 2006).

Berbagai metode telah banyak dikembangkan untuk mengetahui potensi air bulanan suatu wilayah daerah aliran sungai (DAS). Salah satunya adalah dengan cara pendekatan estimasi neraca air bulanan. Neraca air DAS adalah hubungan antara aliran ke dalam dan aliran ke luar dalam suatu wilayah DAS dan dalam periode waktu tertentu (Sosrodarsono *et al.*, 1993). Lebih jauh, neraca air adalah keseimbangan antara *input* air berupa curah hujan dan *output* berupa evapotranspirasi dan limpasan. Air hujan yang jatuh pada suatu permukaan bervegetasi, setelah di-evapotranspirasikan, sisanya akan menjenuhkan tanah dan mengalir ke sungai sebagai limpasan. Menurut Dunne and Leopold (1978) secara umum hubungan keseimbangan antara *input* dan *output* dapat digambarkan sebagai berikut:

$$P = I + AET + OF + \Delta SM + \Delta GWS + GWR$$

dimana:

P = *Precipitation* (Curah hujan)

I = *Interception* (Intersepsi)

AET = *Actual evapotranspiration* (Evapotranspirasi aktual)

OF = *Overland flow* (Aliran permukaan)

ΔSM = *Change in soil moisture* (Perubahan kadar kelembaban tanah)

ΔGWS = *Change in groundwater storage* (Perubahan simpanan air tanah)

GWR = *Groundwater run-off* (Aliran air tanah)

Pendekatan analisis neraca air dapat digunakan untuk memprakirakan besarnya aliran air sungai dalam suatu DAS. Aliran air tersebut dipengaruhi oleh sifat-sifat atau karakteristik yang berkaitan dengan kapasitas simpan kelembaban tanah. Perubahan aliran air sebagai hasil perubahan vegetasi penutup tanah dapat diprakirakan besarnya melalui analisis neraca air dengan menggunakan indikasi kedalaman akar vegetasi yang berbeda (Asdak, 2002). Hasil estimasi debit bulanan perlu dibandingkan dengan hasil pengukuran langsung sehingga keakuratan metode estimasi tersebut dapat dievaluasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi hasil perbandingan antara perhitungan estimasi potensi air bulanan dengan menggunakan metode *Thornthwaite-Mather* dan pengukuran langsung.

II. METODOLOGI

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di sub DAS Wuryantoro yang terletak di Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah. Sub DAS Wuryantoro merupakan salah satu sub DAS di bagian hulu DAS Bengawan Solo yang masuk ke waduk Gajah Mungkur dengan bahan induk campuran antara vulkan dan kapur dengan penutupan lahan dominan adalah tanaman pertanian atau tegalan. Penelitian dilakukan mulai tahun 2005 sampai dengan tahun 2007.

B. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain adalah peralatan

untuk monitoring hujan, peralatan untuk monitoring tata air (SPAS), peta-peta dasar (peta topografi skala 1:25.000), peta tanah skala 1:100.000, peta geologi skala 1:250.000, dan peta penutupan lahan dari Citra Landsat ETM+7 tahun 2001), perangkat lunak GR4J, perangkat lunak pengolah data/spreadsheet Microsoft Excel.

C. Metode Penelitian

Perhitungan potensi air bulanan di sub DAS Wuryantoro dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

1. Perhitungan Data Hujan

Untuk perhitungan rata-rata kejadian hujan di sub DAS Wuryantoro dilakukan dengan menggunakan metode *polygon Thiessen* (Asdak, 2002).

2. Analisis Tanah

Analisis tanah dilakukan untuk mencari nilai WHC (*Water Holding Capacity*). Pengambilan data tanah di lokasi penelitian dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut (Thorntwaite and Mather, 1957):

a. *Overlapping* Peta Penutupan Lahan dan Peta Tanah

Langkah ini bertujuan untuk menentukan unit lahan yang selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk pengambilan sampel tanah. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada masing-masing unit lahan dengan menggunakan *ring sample* dan dilakukan pada dua kedalaman lapisan tanah yang berbeda yaitu kedalaman 0-30 cm dan 30-60 cm dari permukaan tanah serta dilakukan dua kali ulangan.

b. Analisis Sampel Tanah di Laboratorium

Dalam kaitannya dengan perhitungan neraca air, sifat fisik tanah yang dihitung adalah kadar air tersedia dan kemampuan tanah menahan air (WHC). Untuk itu parameter fisik tanah yang dianalisis di laboratorium adalah nilai pF yaitu logarit-

ma tegangan air yang dinyatakan dalam cm tinggi kolom air. Analisis dilakukan dengan menggunakan membran aparatus yang diset dalam tekanan kapasitas lapang dan titik layu permanen. Selisih dari keduanya adalah kadar air tersedia. Kemudian parameter fisik tanah yang lain dan perlu dianalisis di laboratorium adalah tekstur tanah. Hal ini digunakan untuk menentukan kedalaman zone perakaran. Dari kedua parameter fisik tanah yang dianalisis di laboratorium tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai WHC (kemampuan tanah menahan air).

3. Evapotranspirasi

Untuk perhitungan besarnya evapotranspirasi di sub DAS Wuryantoro dilakukan dengan menggunakan metode Thornthwaite yang dikembangkan pada tahun 1948 dengan rumus (Dunne and Leopold, 1978):

$$EP_i = 1.6 \left[\frac{(10Ta)}{I} \right]^a \quad I = \sum_{i=1}^{12} \left[\frac{(Tai)}{5} \right]^{1.5}$$

$$a = 0,49 + 0,0179 I - 0,0000771 I^2 + 0,000000675 I^3$$

dimana:

Ta = Suhu rata-rata bulanan (*Mean monthly air temperatures*)

I = Indeks panas tahunan (*Annual heat index*)

4. Neraca Air Sub DAS

Neraca air bulanan di sub DAS Wuryantoro dihitung dengan menggunakan modifikasi rumus Thornthwaite-Matter dengan penambahan faktor intersepsi. Langkah-langkah dalam menghitung neraca air tersebut adalah sebagai berikut (Thorntwaite and Mather, 1957):

- Menghitung curah hujan yang sampai ke tanah dengan memperhitungkan faktor *through fall* dan *steam flow* yaitu (P-TF-SF).
- Menghitung selisih antara P dan EP tiap bulan.
- Pada bulan-bulan (P-EP) < 0 dihitung akumulasinya, nilai ini disebut *Accumulated Potential Water Loss* (APWL).

$$APWL = - \sum (P - EP)_{neg}$$

- d. Menghitung kelembaban tanah berdasarkan nilai APWL bulan tersebut dan WHC (*Water Holding Capacity*) dengan rumus:

$$ST_i = WHC \frac{APWL_i}{WHC}$$

Dalam hal ini, $e =$ bilangan natural.

- e. Menghitung perubahan kelembaban tanah antara bulan ke- i dengan bulan berikutnya ($i+1$)

$$ST = ST_i - ST_{i+1}$$

- f. Menghitung evapotranspirasi aktual (AE) bulanan

Jika $P-EP \geq 0$ maka $AE_i = P_i$

Jika $P-EP < 0$ maka $AE_i = P_i - \Delta ST_i$

- g. Menghitung kelebihan kelembaban tanah (*moisture surplus*)

Jika $ST_i = WHC$ maka

$$S_i = (P-EP) - ST_i$$

Jika $ST_i \neq WHC$ maka

$$S_i = 0 \text{ (defisit)}$$

- h. Menghitung kekurangan kelembaban tanah (*moisture deficit*)

$$D_i = EP_i - AE_i$$

- i. Menghitung limpasan permukaan (RO) bulanan. 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.

$$RO_i = (RO_{i-1} + S_i) \times 50\%$$

Secara umum diasumsikan bahwa curah hujan yang jatuh pada suatu wilayah 25% akan menjadi aliran permukaan dan 75% akan meresap ke dalam tanah. Dari 75% air yang meresap ke dalam tanah tersebut, 50% akan menjadi limpasan pada bulan berikutnya. Selanjutnya hasil perhitungan limpasan dengan pendekatan Thornthwaite-Mather tersebut perlu dilakukan perbandingan dengan hasil analisis limpasan yang diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan.

D. Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif komparatif antara potensi air sub DAS Wuryantoro hasil perhitungan de-

ngan menggunakan metode Thornthwaite-Mather dengan potensi air sub DAS Wuryantoro hasil pengukuran langsung di lapangan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

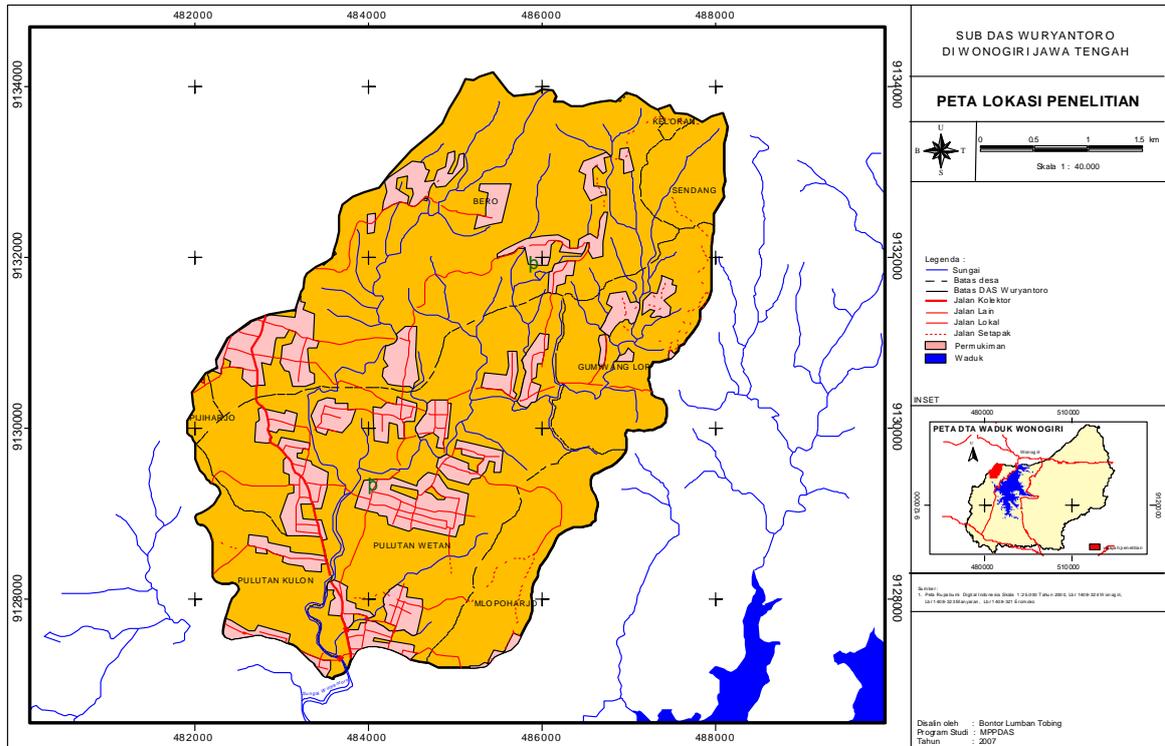
A. Kondisi Fisik Sub DAS Wuryantoro

Sub DAS Wuryantoro secara administratif pemerintahan terletak di Kabupaten Wonogiri Provinsi Jawa Tengah (Gambar 1). Luas wilayah kajian ini sekitar 18 km² atau 1.800 ha. Sub DAS Wuryantoro merupakan salah satu DTA Waduk Serbaguna Wonogiri yang posisinya berada pada bagian barat laut dari waduk.

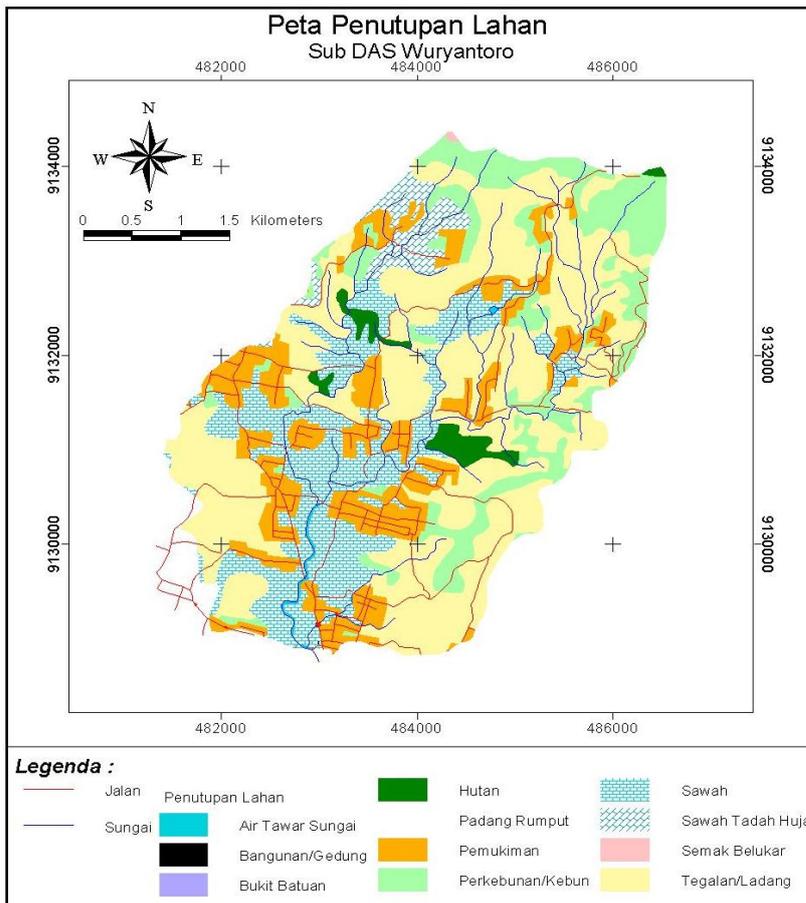
Berdasarkan peta penutupan lahan (Gambar 2), sub DAS Wuryantoro mempunyai beberapa jenis penutupan lahan antara lain hutan, padang rumput, pemukiman, kebun, sawah, sawah tadah hujan, semak belukar, dan ladang. Dari beberapa jenis tersebut yang mendominasi adalah penutupan lahan berupa tegalan. Peta penutupan lahan sub DAS Wuryantoro dapat dilihat pada Gambar 2.

Jika dilihat dari kenampakan bentang lahan sub DAS Wuryantoro, terdapat empat kelas kemiringan lereng di sub DAS Wuryantoro yaitu kemiringan lereng 0-8%, 8-15%, 15-25%, dan > 25%. Dari empat kelas lereng tersebut, yang mendominasi adalah kelas lereng datar (0-8%). Peta kemiringan lereng sub DAS Wuryantoro disajikan pada Gambar 3.

Jika dilihat dari jenis bahan induknya, sub DAS Wuryantoro bahan induknya berupa vulkan tua di bagian hulu DAS dan kapur di bagian hilir DAS sehingga jenis yang berkembang di sub DAS Wuryantoro seperti disajikan pada Gambar 4. Terdapat tiga jenis tanah di sub DAS Wuryantoro yaitu Grumusol, Litosol, dan Mediteran. Dari ketiga jenis tanah tersebut yang mendominasi adalah jenis Litosol yang sebagian besar terletak di bagian hulu DAS dan sedikit di bagian hilir.



Gambar (Figure) 1. Peta lokasi penelitian (Research location map)
 Sumber (Source): Tobing (2007)



Gambar (Figure) 2.
 Peta penutupan lahan sub DAS Wuryantoro (Land cover map of Wuryantoro sub watershed)
 Sumber (Source): Citra Landsat ETM+7 tahun 2001 (Image of Landsat ETM+7 2001)

Selanjutnya curah hujan tahunan di Sub DAS Wuryantoro selama tiga tahun terakhir berkisar antara 1.660 mm sampai dengan 2.410 mm (Tabel 1).

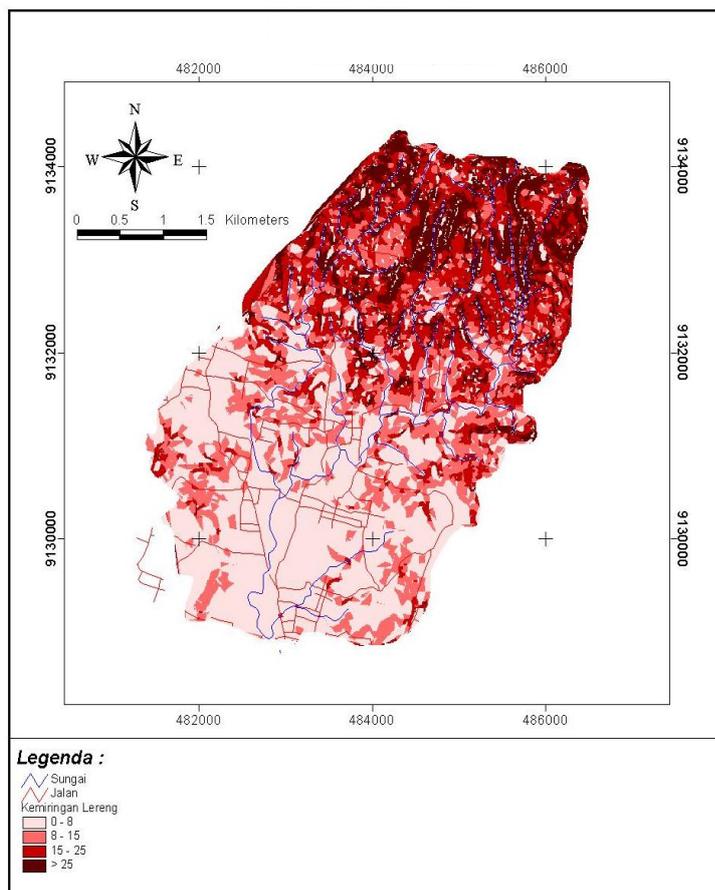
Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa selama tiga tahun pengamatan (2005-2007) curah hujan maksimal terjadi pada bulan Desember 2007 sebesar 840 mm dan curah hujan minimal terjadi pada bulan Oktober 2007 sebesar 11 mm. Selama tiga tahun pengamatan tersebut pola hujannya hampir sama, yaitu bulan basah terjadi antara bulan November sampai dengan bulan Mei, sedangkan bulan kering terjadi antara bulan Juni sampai dengan bulan Oktober. Hal menarik yang dapat dilihat pada Tabel 1 bahwa pada tahun 2005 di sub DAS Wuryantoro, curah hu-

jan terjadi sepanjang tahun walaupun tidak merata di keseluruhan wilayah sub DAS Wuryantoro. Pada tahun 2005 tersebut curah hujan maksimal terjadi juga pada bulan Desember dengan tebal hujan sebesar 452 mm sedangkan curah hujan minimal terjadi pada bulan Agustus dengan tebal hujan sebesar 37 mm.

Dari Gambar 2, 3, dan Gambar 4 terlihat bahwa kondisi DAS Wuryantoro bagian hulu penutupan lahannya didominasi oleh tegal dan hutan, jenis tanahnya didominasi oleh Litosol dimana solumnya relatif tipis (< 30 cm) dengan kelerengan > 25%. Kondisi ini menyebabkan kemampuan tanah menahan air cukup kecil sehingga pada waktu bulan-bulan kering potensi airnya rendah.

Tabel (Table) 1. Curah hujan bulanan sub DAS Wuryantoro tahun 2005-2007 (*Monthly rainfall of Wuryantoro sub watershed during 2005-2007*)

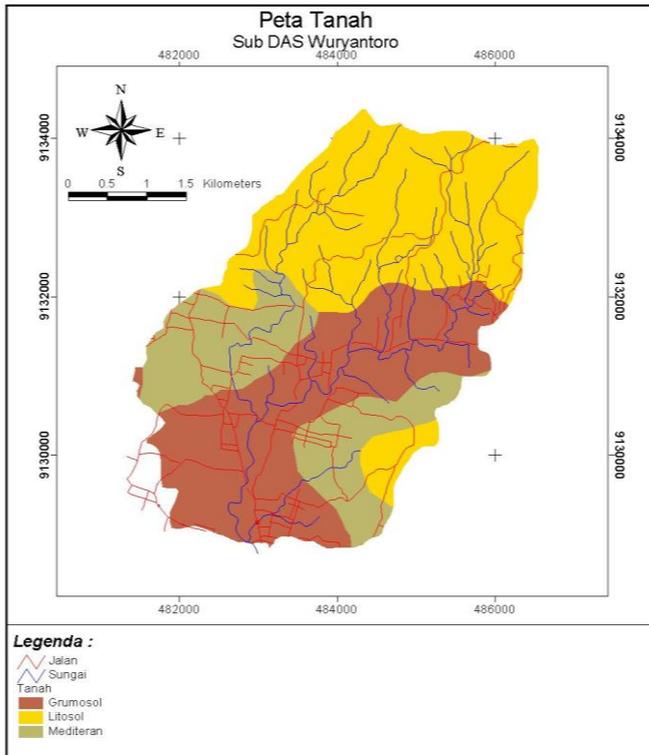
Tahun (Year)	Curah hujan bulanan (<i>Monthly precipitation</i>) (mm)												Jumlah (Total) (mm)
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	
2005	334	214	424	117	65	117	96	37	42	138	140	452	2.176
2006	371	393	155	163	189	0	0	0	0	0	22	367	1.660
2007	262	273	194	515	81	33	0	0	0	11	204	840	2.413



Gambar (Figure) 3.

Peta kemiringan lereng sub DAS Wuryantoro (*Slope map of Wuryantoro sub watershed*)

Sumber (Source): Bakosurtanal, 2000



Gambar (Figure) 4.

Peta jenis tanah sub DAS Wuryantoro (*Soil map of Wuryantoro sub watershed*)

Sumber (*Source*):

Pusat Penelitian Tanah (*Center for Soil Research*), 1981

B. Potensi Air Sub DAS Wuryantoro Hasil Perhitungan dengan Metode Thornthwaite-Mather

Hasil estimasi potensi air bulanan dengan metode Thornthwaite-Mather disajikan pada Tabel 2.

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa berdasarkan hasil perhitungan estimasi potensi air bulanan dengan metode Thornthwaite-Mather selama tiga tahun (2005-2007) di sub DAS Wuryantoro, diperoleh hasil bahwa potensi airnya berkisar antara 600-1.055 mm/tahun. Dari Tabel 2 tersebut nampak bahwa potensi air tahunan tertinggi terjadi pada tahun 2007 dan terendah terjadi pada tahun 2006. Hal ini jika dihubungkan dengan kejadian hujan yang terjadi di sub DAS Wuryantoro seperti disajikan pada Tabel 1, dapat dianalogikan bahwa semakin kecil curah hujan yang turun maka potensi airnya juga kecil dan begitu sebaliknya. Tabel 3 menunjukkan hubungan antara curah hujan tahunan dan potensi air tahunan di sub DAS Wuryantoro.

Selanjutnya pada Gambar 5 sampai dengan Gambar 10 disajikan perbandingan antara perhitungan potensi air bulanan

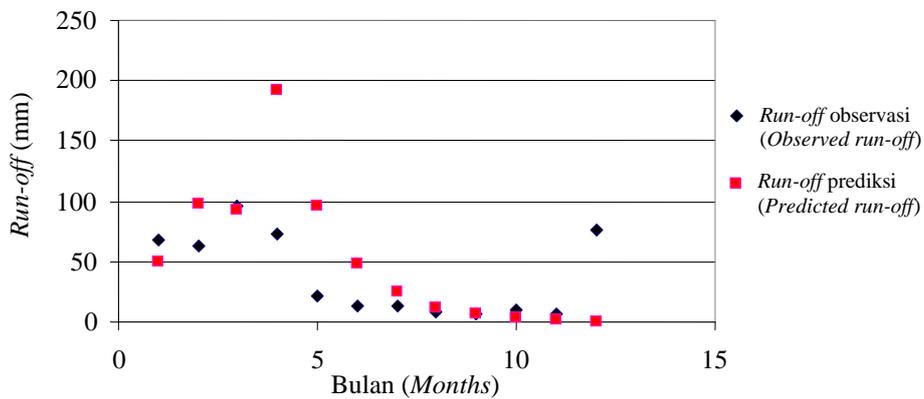
hasil estimasi dengan metode Thornthwaite-Mather dan pengukuran langsungnya. Potensi air bulanan sub DAS Wuryantoro dihitung mulai dari tahun 2005 sampai dengan tahun 2007 dan dibandingkan dengan data hasil pengukuran langsung tahun 2005 sampai dengan 2007. Berdasarkan Gambar 5 sampai dengan Gambar 10 tersebut terlihat bahwa koefisien korelasi antara potensi air bulanan yang dicerminkan oleh limpasan bulanan hasil observasi dan prediksi cukup bagus yaitu berkisar 0,8 sampai dengan 0,9. Hal ini disebabkan karena beberapa faktor yaitu luas sub DAS Wuryantoro yang masuk kategori sedang, curah hujan jatuh ke wilayah sub DAS Wuryantoro relatif merata di keseluruhan wilayah sub DAS, dan asumsi bahwa surplus air terjadi akan menjadi aliran/limpasan pada bulan berikutnya sebesar 50% sudah sesuai untuk kondisi sub DAS Wuryantoro ini. Perbandingan antara estimasi potensi air bulanan hasil perhitungan dengan metode Thornthwaite-Mather dengan hasil pengukuran langsung di sub DAS Wuryantoro disajikan pada Gambar 5 sampai dengan Gambar 10.

Tabel (Table) 2. Perhitungan estimasi potensi air bulanan dengan metode Thornthwaite-Mather sub DAS Wuryantoro (*Estimation of monthly water potential by using Thornthwaite-Mather method in Wuryantoro sub watershed*)

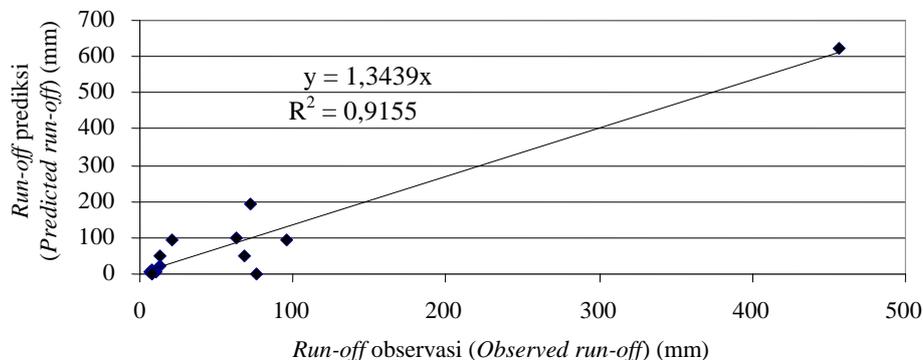
Tahun (Year)	Potensi air bulanan (Monthly water potential) (mm)												Jumlah (Total) (mm)
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	
2005	49,34	97,99	92,63	192,8	96,4	48,2	24,1	12,05	6,02	3,01	1,51	0,75	624,8
2006	0,06	116,49	191,38	104,55	67,78	61,07	30,53	15,27	7,63	3,82	1,91	0,95	601,43
2007	349,7	50,8	91,3	72,5	246,2	123,1	61,6	30,8	15,4	7,7	3,8	1,9	1.054,7

Tabel (Table) 3. Hubungan antara curah hujan dan potensi air sub DAS Wuryantoro (*Annual rainfall and water potential in Wuryantoro sub watershed*)

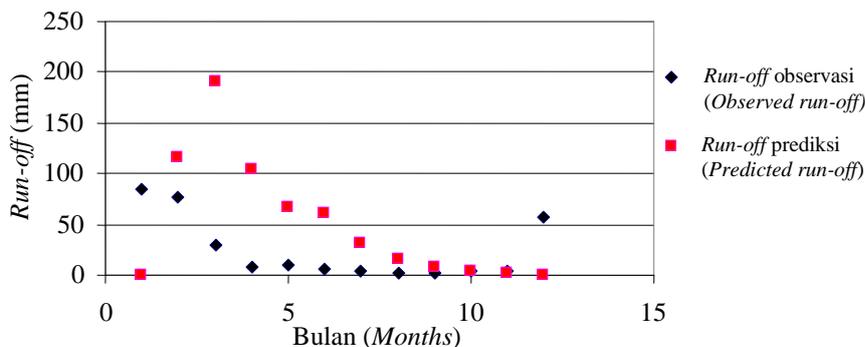
Tahun (Year)	Curah hujan tahunan (Annual precipitation) (mm)	Potensi air tahunan (Annual water potential) (mm)
2005	2.176	624,8
2006	1.660	601,43
2007	2.413	1.054,7



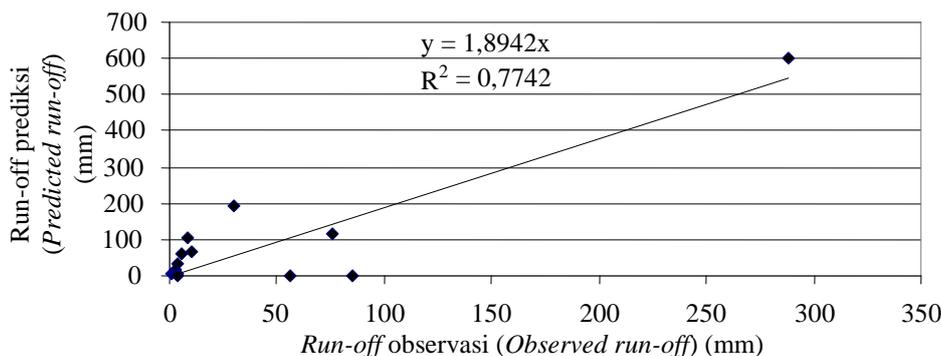
Gambar (Figure) 5. Pengamatan dan prediksi aliran sub DAS Wuryantoro tahun 2005 (*Prediction and observation of run-off in the Wuryantoro sub watershed in 2005*)



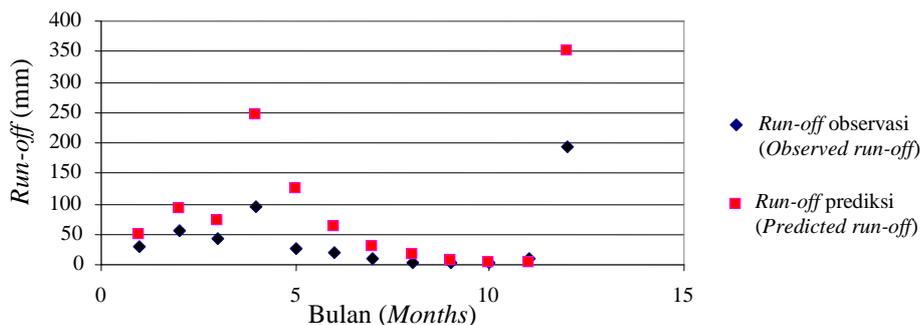
Gambar (Figure) 6. Hubungan antara pengamatan dan prediksi aliran sub DAS Wuryantoro tahun 2005 (*The relationship between observation and prediction of run-off in the Wuryantoro sub watershed in 2005*)



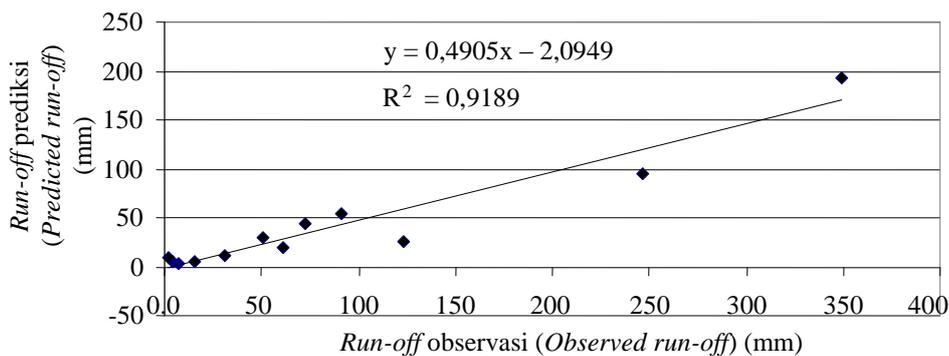
Gambar (Figure) 7. Pengamatan dan prediksi aliran sub DAS Wuryantoro tahun 2006 (*Prediction and observation of run-off in the Wuryantoro sub watershed in 2006*)



Gambar (Figure) 8. Hubungan antara pengamatan dan prediksi aliran sub DAS Wuryantoro tahun 2006 (*The relationship between observation and prediction of run-off in the Wuryantoro sub watershed in 2006*)



Gambar (Figure) 9. Pengamatan dan prediksi aliran sub DAS Wuryantoro tahun 2007 (*Prediction and observation run-off Wuryantoro sub watershed in 2007*)



Gambar (Figure) 10. Hubungan antara pengamatan dan prediksi aliran sub DAS Wuryantoro tahun 2007 (*The relationship between observation and prediction of run-off in the Wuryantoro sub watershed in 2007*)

Jika dibandingkan antara hasil penelitian ini dengan beberapa penelitian sebelumnya memang terdapat kesamaan. Jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Calvo (1986), hasilnya mirip yaitu bahwa model Thornthwaite-Mather dapat digunakan untuk memprediksi aliran bulanan dengan tingkat signifikansinya (nilai r^2 -nya) relatif sama yaitu berkisar pada angka 90%, sedangkan penelitian di sub DAS Wuryantoro ini mempunyai nilai R^2 berkisar antara 70-90%. Alley (1984) dalam penelitian neraca air dengan metode Thornthwaite-Mather menyimpulkan bahwa modifikasi konsep ambang batas dari model ini secara statistik valid untuk 6 dari 10 stasiun di bagian utara New Jersey.

Metode Thornthwaite-Mather juga telah diterapkan oleh Sudibiyakto *et al.* (1999) di daerah Jawa Tengah, hasilnya menunjukkan bahwa defisit air mulai terjadi bulan Mei hingga Oktober dengan puncak defisit air antara Agustus dan September. Perkembangan spasial tingkat kekeringan terutama dimulai dari bagian hilir meliputi daerah Kenteng, Sentolo dan meluas ke bagian tengah meliputi daerah Mendut dan Salaman dengan defisit air mencapai antara 50-70 mm per bulan. Lebih jauh Sudibiyakto *et al.* (1999) menyimpulkan bahwa kecenderungan perubahan indeks kekeringan sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor yang menentukan kapasitas tanah menahan air, yaitu faktor tekstur tanah, kedalaman zone pekarangan, dan nilai evapotranspirasi.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Hasil simulasi debit bulanan di sub DAS Wuryantoro menunjukkan korelasi antara prediksi dan observasi yang cukup tinggi dengan koefisien korelasi berkisar antara 0,7 sampai dengan 0,9.
2. Hasil simulasi debit bulanan ini perlu dikaji lebih mendalam khususnya tentang asumsi surplus yang akan terjadi di aliran/limpasan pada bulan berikutnya sebesar 50% karena dimungkinkan di lokasi sub DAS lain dengan karakteristik tertentu asumsi surplus tersebut bisa lebih atau kurang dari 50%.
3. Pada umumnya prediksi aliran air bulanan lebih tinggi daripada hasil pengamatan secara langsung, namun hasil prediksi menunjukkan pola yang hampir sama dengan hasil pengamatan langsung.
4. Data hasil pengukuran perlu ditelaah akurasi sehingga jika dibandingkan dengan hasil simulasi sudah sesuai kebenarannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alley, W.M. 1984. On the Treatment of Evapotranspiration, Soil Moisture Accounting, and Aquifer Recharge in Monthly Water Balance Models. System Analysis Group, Water Resources Division 20 (8): 1137-1149.
- Asdak, C. 2002. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Bakosurtanal. 2000. Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1:25.000. Cibinong, Bogor.
- Calvo, J.C. 1986. An Evaluation of Thornthwaite's Water Balance Technique on Prediction of Surface Runoff in Costa Rica. Departemen de Ingeniera Forestal, Institute Tecnológico de Costa Rica Apartado 159, Cartago, Costa Rica.
- Dunne, T. and L.B. Leopold. 1978. Water in Environmental Planning. W.H. Freeman and Company, New York.
- Pusat Penelitian Tanah. 1981. Peta Tanah Tinjau Skala 1:100.000. Bogor.
- Setyawan, O. 2006. Laporan Praktikum Analisis Neraca Air Meteorologis. Magister Perencanaan Pengelolaan Pesisir dan Daerah Aliran Sungai.

Fakultas Geografi, Sekolah Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta. Tidak dipublikasikan.

Sosrodarsono, Suyono, dan K. Takeda. 1993. Hidrologi untuk Pengairan. Pradnya Paramita, Jakarta.

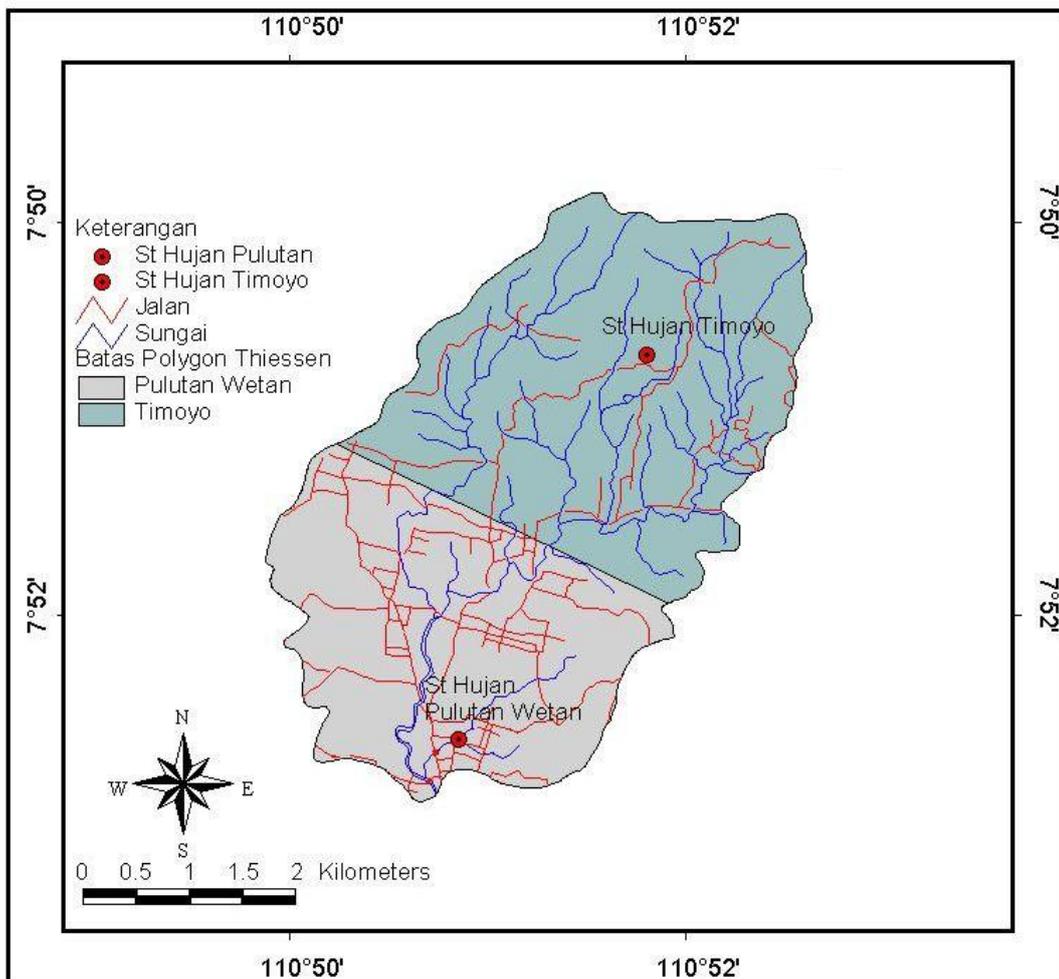
Sudibiyakto, Suyono, dan D.G.C.Kirono. 1999. Analisis Curah Hujan untuk Antisipasi Kekeringan. Majalah Geografi Indonesia XIII (23).

Thornthwaite, C.W. and J.R. Mather. 1957. Instruction and Tables for

Computing Evapotranspiration and Water Balance. Publication in Climatology. Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology.

Tobing, B.L. 2007. Optimasi Penatagunaan Lahan dari Aspek Aliran Permukaan di Sub DAS Wuryantoro, Wonogiri, Jawa Tengah. Thesis Magister Pengelolaan Pesisir dan Daerah Aliran Sungai, Sekolah Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta. Tidak dipublikasikan.

Lampiran (Appendix) 1. Peta *polygon Thiessen* sub DAS Wuryantoro (*Map of polygon Thiessen of Wuryantoro sub watershed*)



Sumber (Source): Hasil analisis data hujan (*Rainfall analysis*)