

KAJIAN DEBIT RUNOFF DI DAERAH TANGKAPAN WADUK GAJAH MUNGKUR WONOGIRI

Oleh :

Dra. Alif Noor Anna

Drs. Yuli Priyana

ABSTRACT

Water resources is one of natural resources, that is very vital. It need to be used and to be kept throughly. For those purposes need good and directed plan, in which one of the basic component of it plan have to be supported by available a complete hydrological data and it analysis. One of hidrologycal data analysis is to estimate run off of catchment area, which can be used for planning the hydrologi Construction. This research aim:

- 1. to calculate the run off discharge by thornthwaite Mather Method, monthly, annually and the average on the catchment through a sample of Keduang, Temon, Alang, and Wuryanto areas.*
- 2. to analyze the difference of the run off discharge (at no.1) by observation resulted from trend analysis.*

Based on the calculation, it appears, thornthwaite-Mather Method showed taht high discharge (moreover limit 0) in dry month. From the research result, it appears, that calculation discharge graphic had lower differentiation than observation discharge graphic.

From sample of catchment areas that have been investigated, from the highest to the lowest deviation was Wuryantoro catchment area (78,8%), Temon catchment area (47,38%), Alang catchment area (46,45 %) and Keduang catchment area (24,98 %) respectively.

The condition lke above caused by intervention of man. Not only did he influence vegetatively, but he influenced technicalley as well.

From these conservation, technical conservation (Flood dam construction and reservoir) was the highest influence to run off discharge calculation. The run off discharge that was calculated by thornthwaite - Mather Methode based on air temperate, rainy, altitude and water holding capacity only, but groundwater supply didn't be calculated.

INTISARI

Sumber daya air sebagai salah satu sumber daya alam yang sangat vital perlu dimanfaatkan dan ditangani secara seksama. Untuk keperluan tersebut diperlukan perencanaan yang mantap dan terarah, dimana salah satu unsur dasar perencanaannya harus ditunjang oleh tersedianya data hidrologi yang lengkap dan analisa yang dapat dipertanggungjawabkan. Salah satu analisa data hidrologi

adalah menghitung debit runoff (limpasan) DAS, yang dapat digunakan untuk perencanaan bangunan hidrologi.

Daerah Wonogiri yang merupakan daerah tangkapan hujan waduk Gajah Mungkur, perlu diketahui fluktuasi limpasannya. Oleh karenanya penelitian ini bertujuan :

1. menghitung debit runoff dengan metoda Thornthwaite-Mather secara bulanan, tabunan dan rata-rata pada DAS tangkapannya dengan sampel DAS Keduang DAS Temon, DAS Alang dan DAS Wuryantoro.
2. menganalisis perbedaan debit runoff (pada nomer 1) dengan hasil observasi menggunakan analisis kecenderungan (trend).

Dari perbitungan ternyata metode Thornthwaite-Mather menunjukkan debit yang besar pada bulan basah dan menurun secara cepat menjadi debit yang sangat kecil (bahkan sama dengan nol) pada bulan-bulan kering. Dari hasil penelitian ternyata diperoleh grafik debit perbitungan mempunyai perbedaan yang lebih rendah dari pada grafik debit observasi.

Dari DAS sampel yang diteliti penyimpangan yang terbesar ke yang kecil berturut-turut DAS Wuryantoro (78,8%), DAS Temon (47,38%), DAS Alang (46,45%) dan DAS Keduang (24,98%).

Kondisi seperti diatas disebabkan karena ada ke empat DAS sudah banyak campur tangan manusia, terutama perlakuan konservasi baik secara vegetatif maupun teknis. Dari tindakan konservasi ini yang paling banyak merubah fluktuasi debit runoff adalah konservasi teknis (bangunan Dam Banjir dan Waduk) sedangkan metode thornthwaite-Mather perhitungannya hanya didasarkan data temperatur udara, curah hujan, letak lintang dan "water holding capacity" sedang ground water supplay tidak diperhatikan.

LATAR BELAKANG PENELITIAN

Sumberdaya air sebagai salah satu sumber daya alam yang sangat vital perlu dimanfaatkan dan ditangani secara seksama. Hal ini sejalan dengan kebijakan Direktorat Jendral Pengairan yang mengambil langkah untuk mengelola sumber daya air dengan pendekatan pengembangan wilayah sungai. Artinya bahwa wilayah sungai sebagai satuan wilayah pengembangan, bagian hulu merupakan daerah-daerah pengendali, sedangkan bagian hilir sebagai penerima aliran, yang kedua-duanya merupakan satu kesatuan.

Untuk keperluan tersebut diperlukan perencanaan yang mantap dan terarah, dimana salah satu unsur dasar

perencanaan ini harus ditunjang oleh tersedianya data hidrologi yang lengkap dan analisa yang dapat dipertanggungjawabkan. Oleh karenanya perlu pengamatan unsur hidrologi yang teratur, lengkap dan berkesinambungan, agar dapat mempelajari kondisi hidrologi suatu daerah.

Analisa "design flood" merupakan salah satu perencanaan hidrologi yang diperlukan untuk pembuatan bangunan-bangunan hidrologi, seperti: waduk dan saluran drainase sungai dan lain sebagainya. Untuk keperluan analisis "design flood" perlu data debit runoff dari waktu ke waktu (time series). Data debit runoff ini dapat diperoleh dari pengukuran langsung atau dari hasil perhitungan rumus empiris.

Perhitungan debit runoff dengan pengukuran langsung pada umumnya adalah dengan memasang alat-alat pengukur tinggi muka air pada seksi tertentu, sehingga dapat menginformasikan kejadian banjir pada tinggi dan waktu yang tertentu. Namun kenyataannya daerah aliran sungai di Indonesia pada umumnya masih sangat sedikit yang telah dipasang alat-alat pengukur hidrologi tersebut. Hal ini dapat dimaklumi, karena pemasangan stasiun hidrologi ini memerlukan biaya yang cukup tinggi. Untuk membantu permasalahan tersebut, maka dapat didekati dengan perhitungan empiris, yaitu menggunakan metode Thornthwaite-Mather yang didasarkan pada data meteorologi.

Hasil yang akan diperoleh biasanya menunjukkan penyimpangan, baik over atau under estimate dari pengukuran debit runoff secara langsung (hasil observasi). Hal ini disebabkan karena metode ini tidak memperhitungkan timbunan-timbunan air pada ledokan-ledokan yang ada di dalam DAS. Metode ini hanya memperhitungkan curah hujan, evaporasi potensial dan "Water Holding Capacity".

Langkah-langkah perhitungan dari metode ini, akhirnya akan dapat diketahui imbangannya air dalam DAS. DAS dikatakan baik kondisinya bila mempunyai debit runoff yang hampir sama jumlahnya antara musim kemarau dan musim penghujan. Artinya tidak terjadi banjir saat musim penghujan dan tidak kekeringan pada musim kemarau.

Daerah penelitian merupakan daerah tangkapan Waduk Gajah Mungkur, secara astronomis terletak antara $11^{\circ} 45' 38''$ - $111^{\circ} 2' 49''$ BT dan $7^{\circ} 4' 44''$ - $8^{\circ} 3' 56''$ LS berdasarkan Peta Topografi skala 1:50.000 sheet 5119 II, 5119 III, 5219 III dan 5219 IV. Sedangkan

letak pada setiap DAS sampel adalah sebagai berikut :

1. DAS Keduang
 $110^{\circ} 58' 17''$ - $111^{\circ} 2' 48''$ BT
 $7^{\circ} 41' 44''$ - $7^{\circ} 55' 34''$ LS
2. DAS Temon
 $110^{\circ} 56' 11''$ - $111^{\circ} 2' 11''$ BT
 $7^{\circ} 57' 02''$ - $8^{\circ} 0' 42''$ LS
3. DAS Alang
 $110^{\circ} 45' 33''$ - $110^{\circ} 54' 4''$ BT
 $7^{\circ} 59' 16''$ - $8^{\circ} 3' 56''$ LS
4. DAS Wuryantoro
 $110^{\circ} 49' 38''$ - $110^{\circ} 52' 41''$ BT
 $7^{\circ} 53' 11''$ - $7^{\circ} 50' 0''$ LS

Pada daerah tersebut diatas telah banyak mengalami perubahan, baik yang disebabkan oleh penggunaan lahan pertanian, permukiman atau perubahan lahan yang lain yang dapat merubah kondisi fisik sehingga mengakibatkan perubahan siklus hidrologi yang variatif. Peristiwa hidrologi yang nampak menonjol adalah perbedaan fluktuasi debit runoff yang relatif besar antara musim penghujan dan musim kemarau. Hal ini dapat menunjukkan bahwa keseimbangan air pada daerah tersebut masih jelek, walaupun sudah dilakukan konservasi tanah oleh Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah (BRLKT); Proyek Pengembangan Wilayah Sungai Bengawan Solo maupun oleh Pemerintah Daerah setempat. Ketidakseimbangan air ini kemungkinan disebabkan belum seluruh daerah tangkapan waduk dikonservasikan, karena ada beberapa kendala baik dari sarana, prasarana maupun manusianya sendiri.

Dengan permasalahan tersebut ada keinginan untuk mengetahui fluktuasi debit runoff dari daerah tangkapan Waduk Wonogiri, dari waktu ke waktu

dengan menggunakan metode Thornthwaite-Mather. Sebagai kontrol perhitungan debitnya adalah dengan data debit dari hasil observasi, agar dapat mengetahui prosentase penyimpangan dari metode empiris yang digunakan. Kemudian dianalisis kemungkinan penyebab simpangan hasil perhitungan empiris.

Untuk itu akan diadakan penelitian dengan mengambil judul "Kajian Debit Runoff di Daerah Tangkapan Waduk Gajah Mungkur Wonogiri".

I. TUJUAN PENELITIAN

1. Mengetahui debit runoff bulanan, tahunan dan rata-rata DAS tangkapan Waduk Wonogiri dengan sampel DAS Kedung, DAS Temon, DAS Alang dan DAS Wuryantoro.
2. Menganalisis perbedaan debit runoff dari metode Thornthwaite-Mather dengan debit runoff hasil observasi dengan menggunakan analisis kecenderungan (trend) pada DAS sampel dari tahun 1981 sampai 1988.

II. KEGUNAAN PENELITIAN

1. Hasil penelitian dapat berguna secara umum untuk mengetahui fluktuasi debit runoff dari waktu ke waktu, selanjutnya secara khusus mengetahui kemampuan timbunan untuk menghadapi bulan-bulan kering.
2. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan pada pihak yang menangani daerah tangkapan waduk Wonogiri dalam upaya mengelola DAS-DAS tersebut.

III. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan berbagai macam metode yaitu observasi dan komparasi. Observasi dilakukan untuk mengetahui keadaan tanah di DAS sampel (ada 4 DAS sampel), dan faktor tanah yang diperhatikan dalam penelitian ini adalah tekstur tanahnya. Tekstur tanah ini berpengaruh terhadap WHC dari tanahnya. Pengambilan contoh tanah didasarkan atas perbedaan penggunaan tanah, dan diambil secara random merata dengan syarat lokasi mudah dicapai.

Sedang cara analisisnya diuraikan sebagai berikut :

Empat DAS sampel yaitu DAS Kedung, DAS Temon, DAS Alang dan DAS Wuryantoro mempunyai luas dan bentuk yang berbeda-beda. Masing-masing DAS dihitung curah hujannya berdasarkan luas daerah poligonnya. Luas poligon ini dibuat atas dasar stasiun pencatat curah hujan yang tersebar di masing-masing DAS. Dengan demikian akan diketahui besar curah hujan rata-rata tertimbang dalam satu DAS.

Debit runoff pada 4 DAS tersebut dihitung dengan menggunakan metode imbangan air dari Thornthwaite-Mather. Perhitungan ini diperlukan data curah hujan (P), evapotranspirasi potensial (E_p), akumulasi potensial water loss (APWL), penimbunan air (S_t), tambahan penimbunan air (A_s), evapotranspirasi aktual (E_a), defisit (D), dan surplus (S).

1. Curah Hujan

Data curah hujan diambil dari Balai Penyelidikan Sungai (BPS, 1989) Surakarta, sedangkan curah hujan yang dihitung adalah curah hujan rata-rata bulanan dan rata-rata tahunan.

Curah hujan rata-rata dihitung dengan cara Poligon Theissen yang rumusnya sbb:

$$P = \frac{A1.P1 + A2.P2 + \dots + An.Pn}{A1 + A2 + \dots + An} \quad (1)$$

dimana :

P = Curah hujan rata-rata

P1 P2... Pn =

Curah hujan setiap stasiun pengamat

A1 A2... An =

Luas daerah pengaruh hujan P1 P2 Pn

n =

Banyaknya stasiun pengamat

(Suyono Sosrodarsono, 1983: 29)

2. Evapotranspirasi Potensial

Evapotranspirasi potensial dihitung dengan menggunakan metode Thornthwaite yang memerlukan data suhu udara dan letak lintang daerah penelitian. Dalam hal ini data suhu udara diambil dari BPS (1989), sedangkan letak lintang ditentukan dari peta Topografi skala 1:50.000 dengan no sheet 5119 II, 5119 III, 5219 III dan 5219 IV. Dalam perhitungan evapotranspirasi potensial sudah dibantu computer dengan program WTRBLN dan file yang dipakai adalah WTRBLN ESE dan WTRBLN.IND. Cara yang dikemukakan oleh Thornthwaite adalah dengan menggunakan rumus:

$$E_{px} = 16 \left(\frac{10 T}{I} \right)^a \quad (2)$$

dimana :

E_{px} =

Evapotranspirasi potensial dalam mm/bulan terhitung satu bulan sama dengan 30 hari dan satu harisama dengan 12 jam.

T = Suhu udara rata-rata ($^{\circ}$ C)

I = Indeks panas tahunan

Jumlah indeks panas bulanan (i) adalah:

$$i = \left(\frac{T}{5} \right)^{1,514} \quad (3)$$

$$I = \sum_{n=1}^{12} i \quad (4)$$

$$a = (675.10)^{-9} I^3 - (77.10)^{-6} I^2 =$$

$$0,01792 I = 0,49239 \quad (5)$$

(Thornthwaite dalam Kinje, 1973).

Untuk mengetahui besarnya evapotranspirasi potensial sebenarnya, evapotranspirasi yang diperoleh dari cara Thornthwaite harus dikalikan dengan faktor koreksi, yang besarnya tergantung pada bulan tertentu dan letak lintang daerah penelitian, setelah dikoreksi maka harga evapotranspirasi potensialnya menjadi:

$$E_p = f. E_{px} \quad (6)$$

dalam hal ini:

E_p = Evapotranspirasi potensial setelah dikoreksi

f = Faktor koreksi

E_{px} = Evapotranspirasi sebelum koreksi

(Thornthwaite, 1970)

3. Water Holding Capacity (WHC)

Perhitungan WHC memerlukan data vegetasi penutup dan tekstur tanah daerah penelitian. Jenis, luas dan persebaran vegetasi penutup dapat diketahui dari peta penggunaan lahan dari BPS (1989) sedangkan luas dan persebaran masing-masing tekstur tanah dapat diperoleh dari peta tanah daerah penelitian (BPS, 1989) dan observasi lapangan. Dari tiap-tiap vegetasi penutup ada di atas suatu tekstur tanah tertentu akan dapat diketahui masing-masing nilai WHCnya dengan menggunakan tabel "Provesional Water Holding Capacity with Different Combinations of Soil and Vegetation" dari Thornthwaite dan Mather. Kemudian dengan masing-masing WHC tersebut dibuat WHC rata-rata ditimbang dengan luas masing-masing vegetasi penutup dan tekstur tanahnya.

Nilai WHC ini digunakan untuk menentukan kelengasan tanah, dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$SM = WHC \cdot e^{-(APWL/WHC)} \dots\dots\dots (7)$$

APWL = Accumulated Potential Water Loss (mm)

WHC = Water Holding Capacity
 $e = 2,718$ (Meijerink, 1985; Mock, 1973)

4. Debit Runoff

Imbangan air di daerah penelitian dihitung dengan menggunakan metode Thornthwaite, sedang uraian jalannya perhitungan adalah:

1. Menghitung Temperatur rata-rata (T) bulanan

2. Menghitung rata-rata curah hujan (P) bulanan
3. Menghitung evapotranspirasi potensial (Ep) bulanan
4. Menghitung (P-Ep)
5. Menghitung akumulasi potensial water lose dengan menjumlahkan angka negatif.
6. Perhitungan (S) dicari dengan menggunakan rumus pada bulan yang mempunyai APWL negatif. Kemudian nilai (S) untuk bulan-bulan setelah bulan yang (P-Ep) < 0 ditambah dengan nilai (P-Ep) bulan berikutnya sampai nilai (S) mencapai nilai WHCnya.
7. Penambahan air (ΔS) didapat dengan mengurangi nilai (S) pada suatu bulan dengan (S) pada bulan sebelumnya.
8. Evapotranspirasi aktual (Ea) untuk bulan dengan (P > Ep) maka $Ea = Ep$, untuk bulan dengan (P < Ep) maka $Ea = P + (\Delta S)$.
9. Defisit dihitung untuk bulan selisih antara Ep-Ea untuk bulanan (P < Ep).
10. Surplus dihitung untuk bulan dengan (P > Ep), untuk (S) = nilai WHC, maka surplusnya adalah (P-Ep). Untuk (S) nilai WHC, maka surplus adalah (P-Ep) - ?S.
11. Debit limpasan 50% dari surplus akan menjadi limpasan, sedang sisanya akan masuk kedalam tanah dan akan keluar lagi 50% pada bulan berikutnya. (Thornthwaite, 1957: 189)

Dari metode Thornthwaite Mather tersebut dikombinasikan dengan computer yaitu WTRBLN dengan dua file WTRBLN.exe dan WTRBLN.IND.

Perbandingan dilakukan pada hasil perhitungan runoff dengan metode

Thornthwaite-Mather dan Runoff hasil pengukuran (observasi) yang diambil dari BPS (1989). Cara perbandingannya dengan membuat grafik kecenderungan (trend) dari dua hasil runoff perhitungan Thornthwaite-Mather dan pengukuran. Dari grafik ini akan didapat besar timpangan antara keduanya, yang kemudian dianalisis sebab terjadinya simpangan tersebut dengan melihat kelebihan dan kelemahan metode di atas. Disamping itu juga dikaitkan dengan struktur sistem yang ada dalam 4 DAS sampelnya.

IV. DEBIT RUNOFF DAERAH PENELITIAN

Langkah perhitungan debit runoff dengan metode Thornthwaite dan Mather berturut-turut mulai dari curah hujan, evapotranspirasi potensial, akumulasi potensial dari "Water Loss" (APWL), penimbunan air (OS), tambahan penimbunan (S), evapotranspirasi aktual, defisit dan surplus. Kemudian dari angka surplus dihitung besar Runoff/limpasan tiap bulan, yang urutannya secara lengkap diuraikan pada metode penelitian.

Hasil perhitungan runoff bulanan rata-rata tiap DAS dapat dilihat pada

Tabel 2.1. Dari hasil perhitungan terlihat variasi yang beragam. Pada DAS yang diteliti ternyata debit puncak pada umumnya terjadi pada bulan Pebruari, sedangkan debit minimum berbeda-beda. Debit minimum pada 3 (tiga) DAS yaitu DAS Keduang, DAS Alang dan DAS Wuryantoro terjadi bulan Nopember dan DAS Temon terjadi pada bulan Desember.

Fluktuasi debit runoff menurut metode Thornthwaite dan Mather pada keempat (4) DAS menunjukkan perbedaan yang sangat menyolok. Pada bulan-bulan basah umumnya menghasilkan debit yang besar (bulan Desember s/d bulan Maret), kecuali untuk DAS Temon yang justru bulan Desember debit sama dengan nol, sedangkan bulan kering (April s/d Nopember) menghasilkan limpasan sangat kecil. Range debit runoff antara bulan basah dan bulan kering cukup besar. Perbedaan antar debit maksimum dan minimum untuk DAS Wuryantoro, 138,9, DAS Alang 749, DAS Temon 144,1 dan DAS Keduang 198,4. Melihat hasil tersebut dapat dikatakan bahwa daerah tangkapan Waduk Gajah Mungkur belum dapat menyimpan air, terutama untuk mensuplai air pada bulan-bulan kering.

Tabel 2.1.

Debit Runoff Bulanan rata-rata Daerah Tangkapan Waduk Gajah Mungkur Wonogiri (mm/Bulan)

Nama DAS Bulan	WURYANTORO	ALANG	TEMON	KEDUANG
Januari	75,9	61,1	71,5	166,5
Pebruari	139,4	75,0	144,1	199,4
Maret	120,5	60,5	116,9	173,5
April	66,8	32,5	58,9	115,6

Mei	33,5	16,4	29,6	60,6
Juni	16,8	8,1	14,5	30,3
Juli	8,4	3,9	7,4	15,0
Agustus	4,1	2,1	3,8	7,6
September	1,8	1,3	1,6	3,9
Oktober	1,1	0,3	0,9	1,9
Nopember	0,5	0,1	0,4	1,0
Desember	10,5	8,9	0	79,1
Jumlah	479,3	270,2	449,6	698,4

Sumber : Perhitungan Data Skunder

Debit runoff tahunan yang terlihat pada Tabel 2.1. menunjukkan bahwa DAS Keduang mempunyai nilai terbesar (698,4) disusul DAS Wuryantoro (479,3), DAS Temon (449,6) dan terkecil DAS Alang (270,2). Besar kecilnya debit runoff pada masing-masing DAS sangat tergantung pada faktor fisik yang mempengaruhinya, seperti luas DAS, jumlah curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah dan jenis penggunaan lahan.

V. PERBANDINGAN DEBIT RUNOFF HASIL PERHITUNGAN DENGAN HASIL OBSERVASI DI DAERAH PENELITIAN

Untuk mengetahui seberapa besar keakuratan metode Thornthwaite dan Mather yang digunakan di daerah penelitian, maka hasil perhitungannya di perbandingkan dengan debit runoff hasil observasi (perhitungan) yang di-

ambil dari outlet masing-masing DAS. Disamping itu, untuk memperkuat analisis hasil perbandingan debit aliran di atas, dipakai juga parameter perbandingan debit aliran maksimal (Q_{maks}) dengan debit aliran minimal (Q_{min}), terutama bagi DAS-DAS yang debit runoffnya tidak sama dengan nol. Perbandingan Q_{maks} dengan Q_{min} dapat dipakai sebagai petunjuk kisaran debit aliran, bagi DAS yang mempunyai indeks kecil, berarti kisaran debit pun kecil. Hal ini menunjukkan bahwa penimbunan air dalam DAS baik, sehingga mengartikan perlakuan pengelolaan DAS berhasil baik.

Bab berikut menganalisis tentang debit runoff hasil perbandingan yang diuraikan dan digambarkan dengan bentuk grafik kecenderungan (trend) selama tahun pengamatan serta grafik kecenderungan rata-ratanya. Tabel 3.1 memperlihatkan perbedaan hasil perhitungan seluruh DAS sampel.

Tabel 3.1

Perbedaan RO dan RLO Rata-rata Tahun 1981-1988 pada Daerah Tangkapan Waduk Gadjah Mungkur Wonogiri.

Bulan	Das Keduang		Das Temon		Das Alang		D. Wuryantoro	
	RO	RLO	RO	RLO	RO	RLO	RO	RLO
JANUARI	166,5	128,3	71,5	130,3	61,1	68,8	75,9	301,93
FEBRUARI	199,4	123,5	144,1	135,8	75,0	61,1	139,4	273,6
MARET	173,5	116,5	116,9	115,0	60,5	61,0	120,5	247,3
APRIL	115,6	80,0	58,9	60,0	32,5	45,3	66,8	205,5
MEI	60,6	65,8	29,6	40,0	16,4	25,9	33,5	176,3
JUNI	30,3	51,0	14,5	29,0	8,1	18,9	16,8	137,4
JULI	15,0	26,0	7,4	25,0	3,9	16,8	8,4	101,3
AGUSTUS	7,6	23,5	3,8	17,3	2,1	11,4	4,1	96,6
SEPTEMB.	3,9	30,4	1,6	18,4	1,3	16,4	1,8	99,5
ÖKTOBER	1,9	41,1	0,9	25,8	0,3	14,6	1,1	132,3
NOVEMBER	1,0	68,0	0,4	53,3	0,1	31,1	0,5	144,4
DESEMBER	79,1	80,9	0	71,5	8,9	52,1	10,5	215,5
JUMLAH	698,4	855,0	449,6	721,4	270,2	423,4	479,3	2131,6

Sumber : Analisa Data Skunder

3.1 Perbandingan Debit Runoff antara hasil perhitungan dengan hasil observasi DAS Wuryantoro Wonogiri.

Pada DAS Wuryantoro debit runoff hasil perhitungan dengan hasil pengukuran digambarkan pada Grafik 3.1.2. dan hasil perhitungannya disajikan pada tabel 3.2.

Kedua hasil perhitungan diatas apabila dibandingkan antara hasil perhitungan dengan hasil observasi, ternyata nampak adanya perbedaan. Debit runoff hasil perhitungan selama pengamatan, umumnya menunjukkan angka yang lebih kecil, baik debit runoff pada bulan-bulan basah maupun bulan-bulan kering. Kecuali perbandingan pada tahun 1982 bulan Pebruari

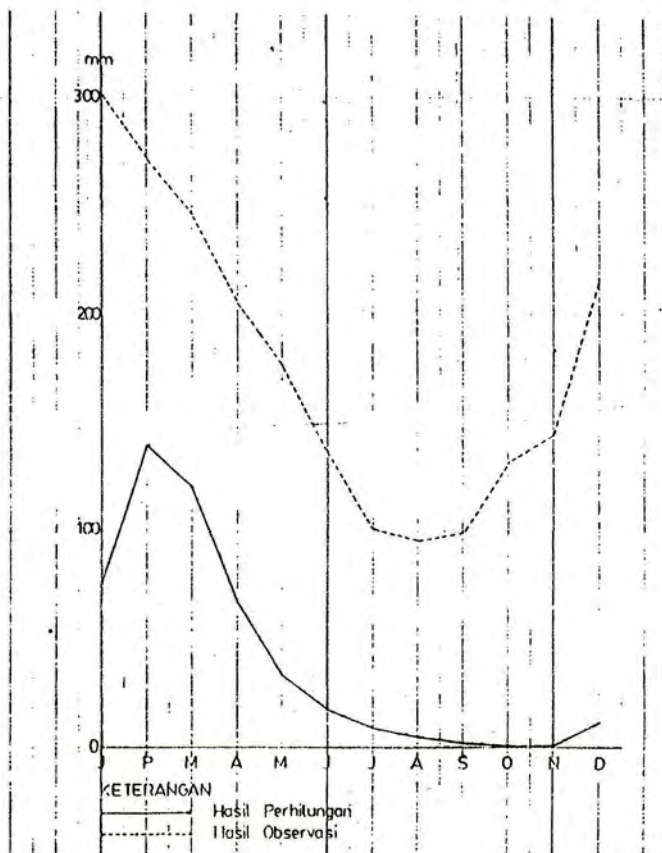
sampai dengan April, namun mempunyai angka yang kecil (Pebruari = +88, Maret=0, April = +6).

Demikian pula yang diperlihatkan pada Grafik 5.1.2, yang menggambarkan perbedaan debit runoff rata-ratanya. Dari Tabel 5.1.1, menunjukkan perbedaan yang bervariasi, terbesar bulan November (-99,3%), sedangkan yang terkecil bulan Pebruari (-32,5%) serta perbedaan rata-ratanya adalah 73,8% lebih rendah.

Melihat perbedaan tersebut dapat dikatakan hasil perhitungan kurang dapat dipakai untuk perencanaan hidrologi, misalnya kapasitas dam, jembatan dan yang lainnya. Hal ini kemungkinan disebabkan karena metode Thornthwaite dan Mather tidak memperhatikan "groundwater suplay" baik dari dalam DAS maupun dari luar DAS.

Grafik 3.1.2

Grafik Perbandingan Rata-rata Limpasan (Runoff) DAS Wuryantoro Hasil Perhitungan & Observasi



Tabel 3.2
Selisih Rata-rata "RO" dan "RLO"

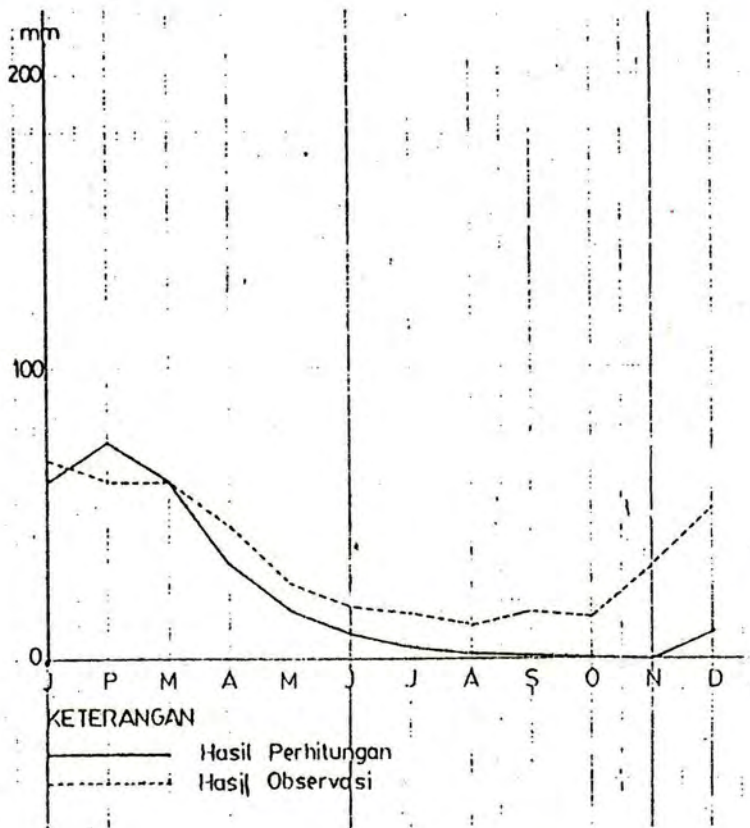
Das Wuryantoro Wonogiri dalam Prosesn (%)

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agst	Sep	Okt	Nov	Des	Rat2
RO	75,9	139,4	120,5	66,8	33,5	16,8	8,4	4,1	1,8	1,1	0,5	10,5	39,94
RLO	301,9	273,6	247,3	205,5	176,3	137,4	101,3	96,6	99,5	132,3	144,4	226,0	217,77
JML	377,8	413,0	367,9	272,3	209,8	154,2	109,7	100,7	101,3	133,4	144,9	226,0	217,57
Selisih	-226	-134,2	-126,8	-138,7	-142,8	120,6	-92,5	92,5	-97,7	-131,2	-143,9	-205	-137,69
Prosen	-59,8	-32,5	-34,5	-50,9	-68,1	-78,2	84,7	-91,9	-96,4	-98,4	-99,3	-90,7	69,29

Sumber : Hasil Perhitungan Data Skunder

Grafik 3.2.2

Grafik Perbandingan Rata-rata tahun 1981 - 1988 Besarnya Limpasan DAS Alang Hasil Perhitungan & Observasi



Tabel 3.3.

Selisih Rata-rata "RO" dan "RLO" DAS Alang Wonogiri dalam Prosen (%)

	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agst	Sep	Okt	Nop	Des	Rata2
RO	61,6	75,0	60,5	33,5	3,9	3,9	2,1	1,3	1,3	0,3	0,1	8,9	22,56
RLO	68,8	61,1	61,0	45,3	18,9	18,9	16,8	11,4	16,4	14,6	31,1	52,1	35,28
JML	130,4	136,1	121,5	77,8	42,3	27	20,7	13,5	17,7	14,9	31,2	61,0	57,84
Selisih	7,2	13,9	0,5	-12,8	-9,53	-10,8	-12,9	-9,3	-15,1	-14,3	-31	-43,2	-12,7
Prosen	-5,5	-10,2	-0,4	-16,53	-22,5	-40	-62,3	-68,9	-85,3	-96	-99,4	-70,8	-46,45

Sumber : Hasil Perhitungan Data Sekunder

Selain itu metode ini tidak menentukan batasan luas DAS tertentu. Luas DAS Wuryantoro yang sebesar 262,06 km² masih berlaku atau tidak masih belum pasti. Disamping itu Thornthwaite hanya memperhatikan faktor temperatur untuk perhitungan PE-nya dan runoff sebesar 50% dari surplus dan yang lain masuk kedalam tanah yang akan dikeluarkan lagi sebagai runoff sebesar 50% lagi pada bulan berikutnya. Berarti anggapan tersebut kurang tepat pada kondisi fisik seperti DAS Wuryantoro.

3.2. Perbandingan Debit Runoff perhitungan dengan hasil observasi DAS Alang Wonogiri.

Perbandingan debit runoff antara hasil perhitungan dengan pengamatan pada DAS alang tergambar pada Grafik 3.2.2. Pada grafik ini terlihat, perbedaan yang sangat bervariasi. Pengamatan selama 8 (delapan) tahun menunjukkan terjadi perbedaan yang lebih rendah (under estimate).

Walaupun terlihat under estimate, namun **kecenderungan debit pada bulan-bulan basah terlihat menurun**. Hanya pada tahun pengamatan 1984, 1985, 1986 dan 1988 menunjukkan debit puncak hasil perhitungan terlihat lebih tinggi. Hal ini kemungkinan disebabkan pada bulan-bulan basah yang umumnya penguapan lebih kecil dari kondisi biasa, kondisi kelembaban udara tetap diperhitungkan sama seperti kondisi normal.

Demikian pula yang terlihat pada grafik perbandingan rata-ratanya (lihat grafik 5.2.2). Debit puncak yang terjadi pada bulan basah lebih tinggi, sedangkan debit pada bulan kering sama de-

ngan nol. Namun jika kita melihat grafik hasil observasi, ternyata perbedaan (range) antara Q maks dengan Q min tidak terlalu besar, perbandingannya 6.03.1. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa perlakuan pengelolaan DAS Alang sudah cukup baik, dengan diperlihatkan grafik kecenderungan runoff yang tidak tinggi saat musim basah, dan masih terdapat air pada saat musim kering, berarti "groundwater supply" turut mendukung kesetabilan debit pada daerah ini.

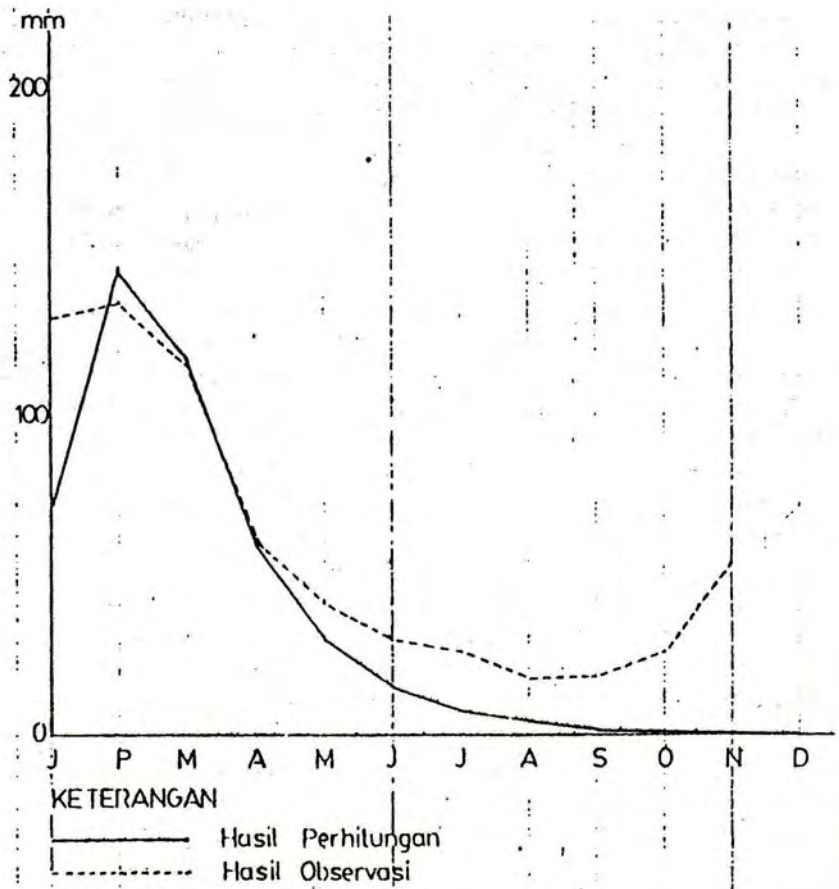
Tabel 3.3. menunjukkan selisih perbedaan keduanya. Perbedaan terbesar pada bulan November (-99,4%) dan terkecil pada bulan Maret (-0,4%). Sedangkan perbedaan secara keseluruhan 46,45% (under estimate). Berarti anggapan Thornthwaite bahwa debit runoff adalah 50% dari surplus tidak berlaku pada DAS ini.

3.3. Perbandingan Debit Runoff antara Hasil Perhitungan dengan Hasil Pengukuran DAS Temon Wonogiri

Grafik 3.3.1 Memperlihatkan perbedaan antara kedua hasil debit runoff di DAS Temon. Hasil pengamatan selama penelitian menunjukkan perbedaan yang variatif. Namun yang terbaca dari grafik ini, baik debit runoff hasil perhitungan maupun hasil observasi menunjukkan kecenderungan bahwa debit pada bulan basah menghasilkan debit yang tinggi, sedang pada bulan kering didapat debit yang sangat rendah. Sehingga range antara debit maksimal (Q maks) dan debit minimal (Q min) sangat besar (perbandingannya 7,5 : 1).

Grafik 3.3.2.

Grafik Perbandingan Besarnya Limpasan DASTemon Hasil Perhitungan dan Hasil Observasi Rata-rata Th. 1981 - 1988



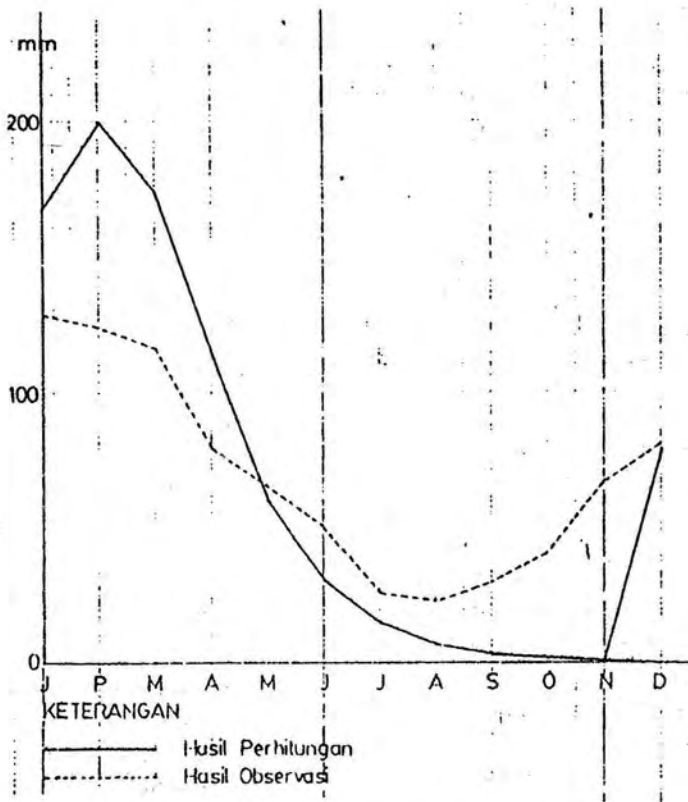
Tabel 3.4. Selisih Rata-rata "RO" dan "RLO" DAS Temon Wonogiri dalam Prosen (%)

	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agst	Sep	Okt	Nop	Des	Rata2
RO	71,5	144,1	116,9	58,9	29,6	14,5	7,4	3,8	1,6	0,9	0,4	0	37,47
RLO	130,3	135,8	115,0	60,0	40,0	29,0	24,08	17,3	18,4	25,8	53,3	71,5	60,12
Jumlah	201,8	279,9	231,9	118,9	69,6	43,53	32,4	21,1	20,0	26,7	53,7	71,5	97,58
Selisih	-58,8	8,3	1,9	-1,1	-10,4	-14,5	-17,6	-13,5	-16,8	-24,9	-52,9	-71,5	-22,65
Prosen	-29,1	3,0	0,8	-0,9	-14,9	-33,3	-54,3	-64,0	-84	-93,3	-98,5	-100	-47,3

Sumber : Hasil Perbitungan Data Skunder.

Grafik 3.4.2.

Grafik Perbandingan Besarnya Limpasan DAS Keduang Hasil Perhitungan dan Observasi Rata-rata Th. 1981 - 1988



Tabel 3.5.

Selisih Rata-rata "RO" dan "RLO" DAS Keduang Wonogiri dalam Proses

	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agt	Sep	Okt	Nop	Des	Rata2
RO	166,5	199,4	173,5	115,6	60,6	30,3	15,0	7,6	3,9	1,9	1,0	79,1	71,2
RLO	128,3	123,5	116,5	80,0	65,8	51,0	26,0	23,5	30,4	41,1	68,0	80,9	69,58
Jumlah	294,8	322,9	290	195,6	126,4	81,3	41	31,1	34,3	43	69	160	140,7
Selisih	38,2	75,9	57	35,6	-5,2	-20,7	-11	15,9	-26,5	-39,2	-67	-1,8	-1,62
Prosen	12,96	23,51	19,66	18,2	-4,11	-25,46	-26,83	-51,1	-77,26	-91,16	-97,1	-1,13	-24,99

Sumber Perhitungan Data Sekunder

Sedangkan selisih rata-rata yang tercantum pada Tabel 3.4 dan digambarkan pada Grafik 3.3.2 umumnya menunjukkan bahwa nilai debit hasil perhitungan lebih rendah. Perbedaan yang terbesar pada bulan Desember 100% (under estimate) dan terkecil bulan Maret 0,8% (over estimate), sedangkan rata-ratanya adalah 47,38% (under estimate). Grafik hasil perhitungan masih memperlihatkan range yang besar antara Q maks dengan Q min (144,1), sedangkan hasil observasi mempunyai range 118,5. Berarti hasil perhitungan keduanya menunjukkan bahwa pada saat musim basah menghasilkan debit yang cukup besar, dan sebaliknya pada musim kering debitnya kecil. Berarti pada Das Temon konservasi kurang berhasil. Dibuktikan sudah dibangunnya waduk Ngancar dan Waduk Bendung yang ternyata tidak bisa mengatur air sepanjang tahun, berdasarkan cek lapangan memang kondisi kedua waduk sudah rusak dan tidak terawat lagi.

Disamping itu pada DAS ini terdapat pula rawa di Prembun, yang akan berpengaruh pada imbalanced air daerah ini, terutama pada saat bulan kering akan mengurangi simpanan air yang ada di sekitarnya, disebabkan penguapannya (evaporasi) dari permukaan air yang terbuka.

3.4 Perbandingan Debit Runoff antara Hasil Perhitungan dengan Hasil Observasi DAS Keduang Wonogiri.

Hasil perbandingan antara kedua perhitungan pada DAS Keduang digambarkan pada Grafik 3.4.2. Hasil perhitungan Thornthwaite menunjukkan bahwa pada musim basah menghasilkan debit tertinggi (Q maks), sedangkan pada musim kering menghasilkan debit minimal (sama dengan nol). Se-

dangkan hasil observasi memperlihatkan saat musim basah menghasilkan debit maksimal, tapi lebih rendah bila dibandingkan dengan hasil perhitungan, sebaliknya pada bulan kering memperlihatkan debit minimal, namun lebih besar dibandingkan dengan hasil perhitungan.

Grafik 3.4.2 menunjukkan perbandingan besar runoff hasil perhitungan dan observasi rata-rata selama pengamatan. Grafik ini menggambarkan bahwa runoff hasil perhitungan tetap menunjukkan Q maks yang tinggi (musim basah) dan turun secara cepat menjadi Q min (musim kering). Sedangkan grafik hasil observasi Q maks lebih rendah dari perhitungan dan menurun secara perlahan sehingga Q min lebih tinggi dari hasil perhitungan.

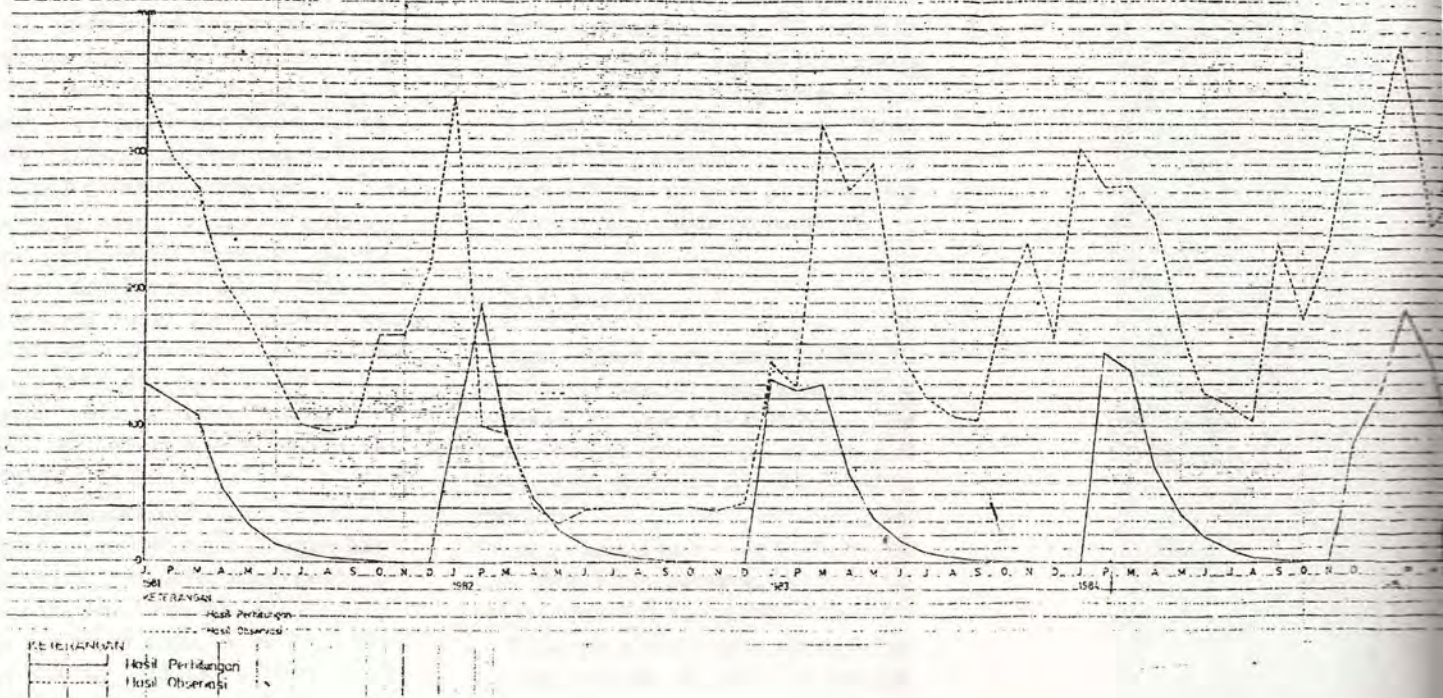
Apabila dilihat dari perbedaannya antara hasil perhitungan dengan hasil observasi ternyata perbedaan terbesar terjadi pada bulan November (97,1% under estimate), sedangkan perbedaan secara keseluruhan sebesar 24,98% (under estimate)

Dilihat dari kecenderungan grafik rata-rata tahunan dari hasil observasi terlihat bahwa naik dan turunnya grafik secara perlahan, sehingga range antara Q maks dan Q min tidak terlalu besar (104,8) dan perbandingan 5,5 : 1. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa konservasi DAS Keduang cukup berhasil. Jenis konservasi yang diterapkan pada DAS ini adalah cara Vegetasi dan cara teknis.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dengan melalui perhitungan dan cek lapangan di daerah Tangkapan Waduk Gajah Mungkur Wonogiri, maka dapat disimpulkan:

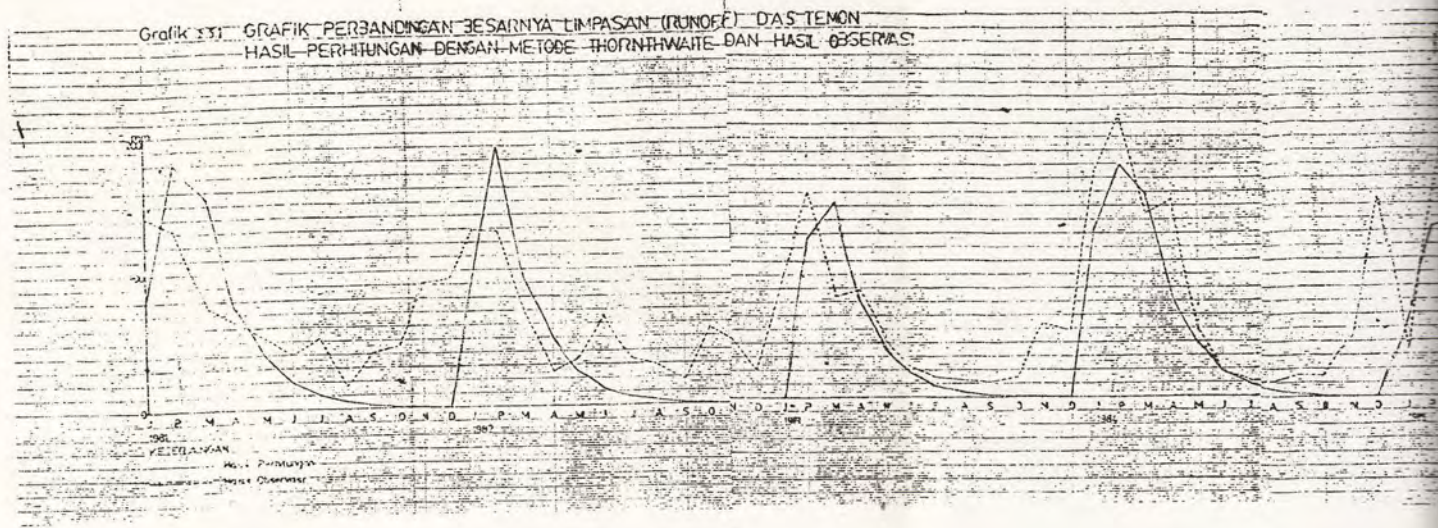
Grafik 3.11 GRAFIK PERBANDINGAN BESARNYA LIMPASAN (RUNOFF) DAS WURYANTORO
HASIL PERHITUNGAN DENGAN METODE THORNTHWAITE DAN HASIL OBSERVASI



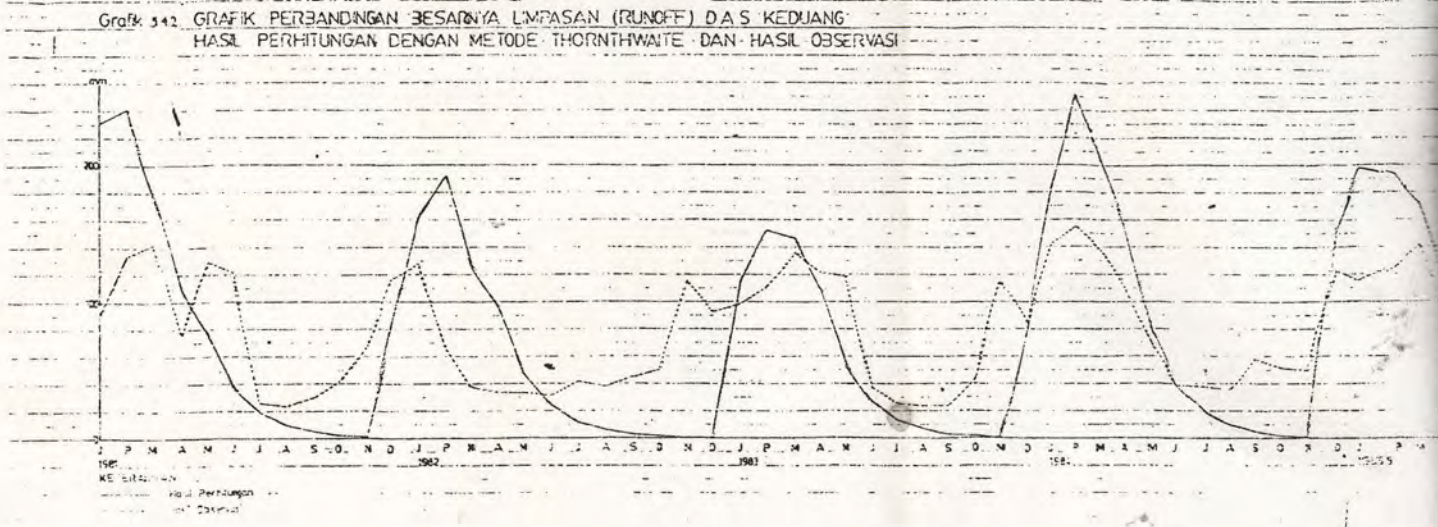
Grafik 3.21 GRAFIK PERBANDINGAN BESARNYA LIMPASAN (RUNOFF) DAS ALANG
HASIL PERHITUNGAN DENGAN METODE THORNTHWAITE DAN HASIL OBSERVASI



Grafik 331: GRAFIK PERBANDINGAN BESARNYA LIMPASAN (RUNOFF) DAS TEMON
 HASIL PERHITUNGAN DENGAN METODE THORNTHWAITE DAN HASIL OBSERVASI



Grafik 342: GRAFIK PERBANDINGAN BESARNYA LIMPASAN (RUNOFF) DAS KEDUANG
 HASIL PERHITUNGAN DENGAN METODE THORNTHWAITE DAN HASIL OBSERVASI



1. Metode Thornthwaite dan Mather yang dipakai untuk memperlihatkan debit runoff di DAS Wuryantoro, DAS Alang, DAS Temon dan DAS Keduang menunjukkan debit yang besar pada bulan basah dan menurun secara cepat menjadi debit yang sangat kecil (bahkan sama dengan nol) saat bulan-bulan kering, baik bulanan selama pengamatan maupun grafik rata-ratanya.
2. Debit tahunan terbesar berdasarkan perhitungan metode Thornthwaite dan Mather adalah DAS Keduang di susul DAS Wuryantoro, DAS Temon dan terkecil DAS Alang. Sedangkan dari hasil observasi ternyata terbesar DAS Wuryantoro, DAS Keduang disusul kemudian DAS Temon dan Alang.
3. Dari perbandingan debit runoff antara hasil perhitungan dengan hasil observasi memperlihatkan perbedaan yang lebih rendah. Penyimpangan dari yang terbesar ke kecil berturut-turut DAS Wuryantoro (78,8%), DAS Temon (47,38%), DAS Alang (46,45%) dan DAS Keduang (24,98%). Kondisi seperti diatas disebabkan pada keempat DAS sudah banyak campur tangan manusia, terutama tindakan konservasi pada daerah tangkapan Waduk Gadjah Mungkur. Dari tindakan konservasi ini yang paling banyak merubah

fluktuasi debit adalah konservasi cara teknis (DAM banjir dan Waduk).

4. Anggapan metode thornthwaite dan Mather bahwa debit runoff sebesar 50% dari surplus perlu dikoreksi lagi untuk DAS-DAS yang kondisinya seperti di daerah tangkapan Waduk Gadjah Mungkur. Berarti debit runoff yang akan dihasilkan kurang dari 50%-nya surplus, terutama bagi daerah yang sudah terkonservasi.

SARAN -SARAN

Agar dapat mengetahui bagaimana sebenarnya daerah yang dapat menggunakan metode Thornthwaite dan Mather untuk perkiraan debit runoff, maka perlu diadakan beberapa penelitian yang lain. Penelitian ini dilakukan dengan kondisi fisik yang berbeda dan data yang lebih panjang, sehingga dapat memperoleh hasil yang lebih baik.

Disamping itu perlu dikaji ulang tentang peranan perlakuan konservasi pada daerah aliran sungai dengan kondisi fisik dan cara konservasi yang berbeda, sehingga diketahui secara mendalam tentang fungsi dan peranan masing-masing cara perlakuan, misalnya terhadap limpasan, timbunan air maupun pengawetan/kestabilan sumber daya airnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Penyelidikan Sungai (BPS) 1989, **Final Report: Pekerjaan Monitoring Erosi DAS Waduk Wonogiri**, Badan Penelitian dan Pengembangan Pekerjaan Umum, Departemen Pu
- Bemmelen, RW. Van 1949. **The geology of Indonesia**, The Hougue Government Printing Office.
- Dames, TWG. 1955. **The Soil of East central Java**, Bogor: Balai Besar Penyelidikan Pertanian.

- Darmakusuma Darmanto, et al, 1980. **Studi perbandingan Perkiraan Debit Runoff dengan Metode Thornthwaite - Mather dan Pengukuran Langsung di DAS Bodri Kendal Semarang**, Laporan Penelitian Fakultas Geografi, Universitas Gajah mada Yogyakarta.
- Fauzi Bahtiar Ahmad, 1986 **Imbangan Air Daerah Aliran Sungai Cidanau di Hulu kubangbaros Kabupaten Serang Jawa Barat**, Skripsi Sarjana, Fakultas Geografi Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Imam Subarkah, 1980. **Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air**. Bandung: Idea Darma.
- ILRI. 1972. **Field Book for Land and Water Management Expert**, Wegeningen: ILRI.
- Joyce Martha, Wenny Adidarma, 1982. **Mengenal Dasar-Dasar Hidrologi**. Bandung: Nova.
- Linsley, RK, et. al. 1949. **Aplied Hydrology**, New York: McGraw Hill Book Company.
- M. Fachruddin, 1986. **Pengurus Pengelolaan Daerah Aliran Sungai terhadap Limpasan dan Debit Suspensi di Daerah Aliran Sungai Keduang Wonogiri**, Skripsi Sarjana, Fakultas Geografi Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Moch, FJ 1973. **Land Capability Appraisal Indonesia: Water Available Appraisal**. Bogor Indonesia: Food and agricultural Organization of The United Nations.
- Pramono Hadi, 1998, **Manfaat Program Komputer Untuk Evaluasi Imbangan Air Dengan Metode Thornthwaite - Mather**, Majalah Geografi Indonesia Th. 1 no. 2.
- PT Binnie And Partners, 1983. **Central Java Ground Water Survey Zonal rreport Gunung Muria**, Proyek Pengembangan Air Tanah Jawa Tengah.
- Schmith, FH and ferguson, JHA. 1951. **Rainfall Types Resed On Dray Period Ratios For Indonesia With Western New Guinee**, Jakarta: Kementrian Perhubungan, Jawatan Meteorologi dan Geofisika.
- Sri Harta BR. DIP, H. 1983. **Mengenal Dasar-Dasar Hidrologi Terapan**, Yogyakarta: Biro Penerbitan Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada.
- SuprptoHardjo M, 1980. **Jenis-jenis Tanah di Indonesia**, Yogyakarta: PUSPICS - UGM - BAKUSARTANAL.
- Suyono Sosrodarsono, Kensaku Takeda, 1983. **Hidrologi Untuk Pengairan**, Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Thornthwaite CW, Mather JR. 1957. **Instructions and Tables For Computing Potential Evapotranspiration and The Water Balance**, New York: Drexel Institute of Technology Laboratory of Climatology.
- Tri Widiastuti, 1991. **Faktor-faktor Fisik yang Berpengaruh terhadap Hasil Sedimen Pada Daerah Aliran Sungai di Daerah Atas Waduk Wonogiri**, **Skripsi Sarjana**, Surakarta: Fakultas Geografi UMS.
- Van Dm JR, et al. 1970. **Climatology**, dalam **Veldbook Voor land En Waterdeskundigen**, ILRI. Wegeningen: The Netherland.