

ANALISIS NERACA AIR HIDROMETEOROLOGIS DENGAN PENDEKATAN KARAKTERISTIK FISIK DAS DI DAS GONDANG, KABUPATEN NGANJUK, PROVINSI JAWA TIMUR

Rina Dianitasari
rinadianita79@gmail.com
Setyawan Purnama
setyapurna@geo.ugm.ac.id

ABSTRACT

Water resources which are vitally important for living. The water demand is affected by activities of the population in variety aspects of development (Simonovic, 2002). Water shortages is problem in Gondang watershed annually. Handling in this conditions requires addition of water supply in the form of dropping as much as victims affected. The study would like to find out: 1) to calculate the water supply with runoff approach; 2) to identify the factors that affect the water supply and 3) determine the water balance of hydrometeorological to assess the water supply. The method is used sampling with spatial analysis. The analysis shows the water supply in Gondang watershed is small with a value from 0 to 2.5 m³/sec. Gondang watershed more likely to water shortages that is based on the value of the deficit. Deficit is occurred during the 7 months with a range 20-189 mm / month. The deficit is occurred in highland areas while the largest surplus in plain. Landuse as wetland and settlement are affected a large deficit which caused the amount of water demand greater than supply water.

Keyword : Hydrometeorological of Water Balance; Water Supply; Gondang Watershed

ABSTRAK

Sumberdaya air merupakan sumberdaya alam yang penting untuk memenuhi kebutuhan dasar makhluk hidup. Kebutuhan akan sumberdaya air dipengaruhi oleh aktivitas penduduk dalam berbagai aspek pembangunan (Simonovic, 2002). Permasalahan terkait dengan sumberdaya air di DAS Gondang adalah kekurangan air setiap tahun. Penanganan yang dilakukan selama ini berupa *dropping* air sebanyak warga yang terdampak. Penelitian ini bertujuan untuk: 1) menghitung besar ketersediaan air dengan pendekatan debit limpasan; 2) mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi ketersediaan air dan 3) menentukan neraca air hidrometeorologis untuk menilai ketersediaan air. Metode yang digunakan adalah *sampling* dengan analisa spasial. Hasil analisis menunjukkan ketersediaan air di DAS Gondang tergolong kecil dengan nilai 0 - 2,5 m³/detik. DAS Gondang lebih berpotensi untuk mengalami kekurangan air yang didasarkan dari nilai defisit. Kondisi defisit terjadi selama 7 bulan dengan kisaran kekurangan air sebesar 20 – 189 mm/bulan. Defisit terbesar terjadi pada daerah dataran sedangkan surplus terbesar berada di daerah lereng perbukitan. Penggunaan lahan berupa pertanian dan pemukiman memicu terjadinya defisit yang cukup besar dikarenakan jumlah kebutuhan air pada penggunaan lahan ini lebih besar dibandingkan ketersediaan air.

Kata kunci : Neraca Air Hidrometeorologi; Ketersediaan Air; DAS Gondang

PENDAHULUAN

Sumberdaya air memiliki peran yang sangat vital bagi seluruh aspek kehidupan. Air merupakan kebutuhan dasar makhluk hidup untuk mempertahankan dan meningkatkan kelangsungan hidupnya. Krisis air merupakan salah satu permasalahan yang berkaitan dengan sumberdaya air. Pada umumnya krisis air disebabkan oleh kebutuhan air yang lebih besar dari ketersediaan air.

Kondisi krisis air memicu terjadinya kekeringan. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (2007) mengungkapkan beberapa permasalahan kekeringan dikarenakan ketersediaan air jauh di bawah kebutuhan air baik untuk kebutuhan hidup, pertanian, kegiatan ekonomi, dan lingkungan. Dampak kekeringan diantaranya mengeringnya waduk, petani mengalami gagal panen dan sumur-sumur warga mengering. Oleh karenanya, penelitian ini mempunyai tujuan 1) menghitung besar ketersediaan air dengan pendekatan debit limpasan; 2) mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi ketersediaan air dan 3) menentukan neraca air hidrometeorologis untuk menilai ketersediaan air.

Sumber utama ketersediaan air adalah curah hujan. Hujan yang jatuh ke permukaan bumi akan didistribusikan melalui limpasan permukaan, aliran antara ataupun aliran airtanah. Hujan yang jatuh akan berbeda-beda setiap wilayah yang dipengaruhi oleh kelembaban udara, topografi, arah dan kecepatan angin, suhu, dan lereng (Sandy, 1987 dalam Suryanti, 2008).

Ketersediaan air tidak terlepas dari proses hidrologi (Sharda, *et al.* 2009). Dalam prosesnya, curah hujan akan didistribusikan menjadi berbagai bentuk aliran yaitu air tertampung di tajuk/daun,

aliran batang, air terevaporasi, air terinfiltrasi dan aliran permukaan (Seyhan, 1990). Air yang jatuh di atas permukaan tanah akan menjadi lengas tanah. Selanjutnya akan keluar melalui celah batuan (berupa mataair) dan bertemu dengan aliran dasar sebagai debit limpasan.

METODE PENELITIAN

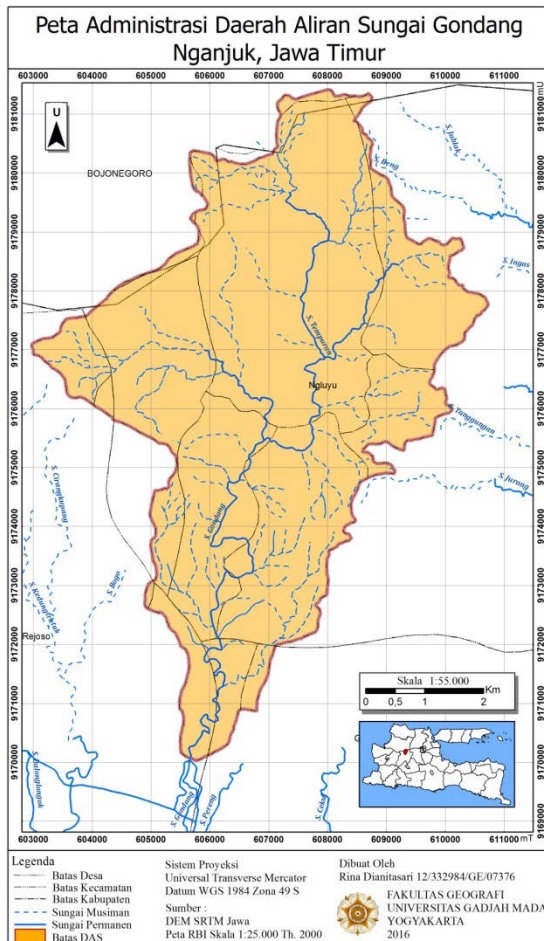
Lokasi penelitian adalah DAS Gondang yang termasuk dalam wilayah pengelolaan DAS Brantas Tengah (lihat Gambar 1). Kali Gondang dan Tempuran merupakan sungai yang mengalir di DAS Gondang sebagai hulu dari Kali Widias. Secara geografis lokasi penelitian terletak pada koordinat $7^{\circ}24'16,3''$ sampai $7^{\circ}30'26,9''$ LS dan $111^{\circ}55'59,2''$ sampai $112^{\circ}0'12,2''$ BT. Secara administrasi Sub DAS Gondang mencakup 5 kecamatan dengan luasan masing-masing kecamatan disajikan dalam Tabel 1.

Ketersediaan air dalam konteks penelitian adalah ketersediaan air permukaan dengan pendekatan debit limpasan. Unit analisis penelitian adalah daerah aliran sungai (DAS) sebagai kesatuan sistem hidrologi (Asdak, 2007). Metode yang digunakan dalam penelitian adalah *proportional random sampling*. Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan luasan kelompok tanah yang disusun dari hasil *overlay* data tanah dan penggunaan lahan. Perhitungan ketersediaan air menggunakan pendekatan debit limpasan dengan konsep neraca air Thornthwaite Mather.

Neraca air merupakan metode yang digunakan untuk menggambarkan keseimbangan antara masukan dan keluaran air yang dipengaruhi oleh tampungan air (Sosrodarsono, 1997).

Tabel 1. Luas Wilayah DAS Gondang

No	Kecamatan	Luas (Ha)	Persentase
1	Gondang	129,18	3,27
2	Ngluyu	3.526,77	89,25
3	Rejoso	257,51	6,52
4	Sugihwaras	16,23	0,41
5	Temayang	22,07	0,56
Luas Total		3.951,77	



Gambar 1. Peta Batas DAS Gondang

Neraca air Thornthwaite Mather memiliki beberapa kelebihan diantaranya tidak memerlukan banyak data, perhitungannya sederhana, dan memberikan gambaran potensi hidrologi yang lengkap. Data yang digunakan dalam perhitungan adalah data hujan, suhu, evapotranspirasi dan *water holding capacity*.

Data hujan dianalisis menggunakan metode Kagan, *Inverse Square Distance*, *Rescale Adjusted Partial Sums* (RAPS)

dan *Double Mass Curve* (Lengkung Massa Ganda). Suhu bulanan menggunakan data acuan Stasiun Geofisika Sawahan dengan konversi menggunakan rumus Mock yang mendasarkan pada faktor ketinggian sebagai koreksi. Nilai WHC merupakan fungsi dari tekstur tanah dan kedalaman zona perakaran. Hasil perhitungan neraca air berupa nilai surplus dan defisit yang dihitung menggunakan rumus berikut :

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

$$D = EP - EA$$

- dengan S : surplus (mm/bulan)
 P : curah hujan (mm/bulan)
 EP : evapotranspirasi potensial (mm/bulan)
 ΔST : perubahan lengas tanah (mm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Koefisien Variasi

Koefisien variasi adalah variasi relatif dari suatu variabel terhadap nilai rata-ratanya. Nilai ini diperlukan untuk mengetahui sifat data hujan. Besar nilai koefisien variasi ditunjukkan pada Tabel 2. Nilai koefisien variasi 4 stasiun hujan relatif kecil yang berarti adanya penyimpangan data stasiun relatif kecil.

Tabel 2. Nilai Korelasi

	Stasiun Hujan			
	Ngluyu	Gondang	Matokan	Kedungadem
\bar{X}	1.820	1.770	1.942	2.073
Sd	357	483	476	439
Cv	0,2	0,27	0,25	0,21

B. Uji korelasi

Stasiun hujan yang digunakan dalam penelitian sebanyak 4 stasiun. Nilai korelasi masing-masing stasiun disajikan pada Tabel 3. Nilai korelasi semakin

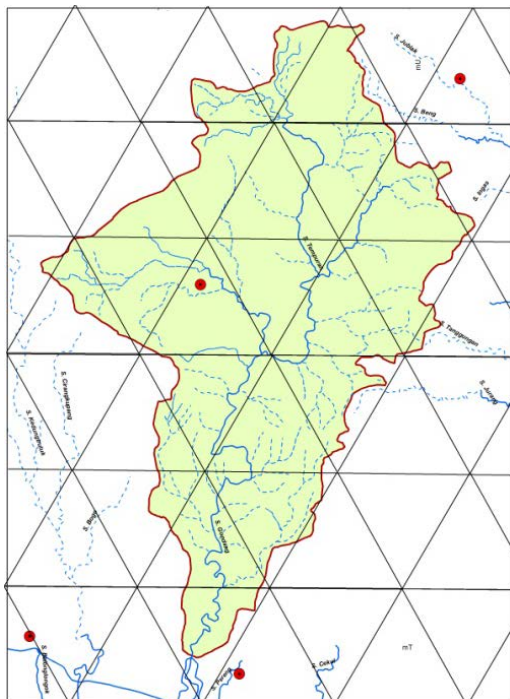
mendekati +1 menunjukkan korelasi antarstasiun sangat kuat sehingga stasiun yang terpilih dapat mewakili data stasiun terdekatnya.

Tabel 3. Nilai Korelasi

No.	Stasiun Hujan	R
1	Ngluyu	0,7
2	Gondang	0,8
3	Matokan	0,7
4	Kedungadem	0,6

C. Segitiga Kagan

Setelah diperoleh nilai koefisien variasi dan korelasi digunakan sebagai acuan untuk menentukan panjang segitiga Kagan. Berdasarkan analisis metode Kagan semakin banyak stasiun hujan kesalahan interpolasi dan perataan akan semakin kecil. Gambar 2 menunjukkan hasil penentuan lokasi stasiun hujan metode Kagan.



Gambar 2. Lokasi Stasiun Hujan Existing DAS Gondang

D. Kualitas Data Hujan

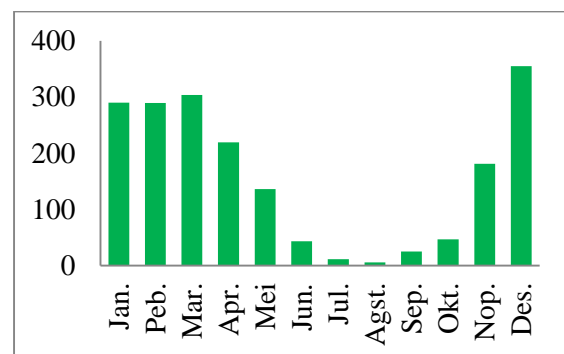
Data hujan seringkali tidak lengkap sehingga diperlukan pengisian data hujan untuk melengkapinya. Pengisian data hujan menggunakan metode *Reciprocal Method* atau *Inverse Square Distance Method* yang didasarkan pada jarak antar stasiun. Setelah lengkap dilakukan uji konsistensi menggunakan metode RAPS (*Rescale Adjusted Partial Sums*) dan Lengkung Massa Ganda (*Double Mass Curve*). Pada dasarnya pengujian kedua metode ini menggunakan perbandingan data stasiun yang akan diuji dengan stasiun lain di sekitarnya. Hasil uji konsistensi ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji Konsistensi Metode RAPS

Stasiun	Q RAPS	Q Kritik	Ket.
Ngluyu	1,78	3,79	Konsisten
Gondang	2,23	3,79	Konsisten
Matokan	1,88	3,79	Konsisten
Kedungadem	1,87	3,79	Konsisten

E. Karakteristik Curah Hujan

Karakteristik curah hujan diketahui dari pola curah hujan. DAS Gondang memiliki curah hujan monsunial yaitu curah hujan minimum terjadi pada Bulan Agustus dan maksimum pada Bulan Desember yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pola Hujan Rerata Bulanan DAS Gondang

F. Analisis Ketersediaan Air

Ketersediaan air di DAS Gondang dapat dihitung melalui pendekatan debit limpasan (Singh, *et al.* 2004). Perhitungan limpasan bulanan dengan cara menambahkan 50% surplus pada bulan bersangkutan dengan 50% dari surplus bulan sebelumnya (Darmanto, 1981). Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh ketersediaan air di DAS Gondang berkisar 0 sampai 2,5 m³/detik.

Ketersediaan air DAS Gondang setiap bulannya mengalami fluktuasi. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu a) luas DAS Gondang sangat kecil sehingga luas tangkapan air juga kecil dan b) karakteristik DAS yang disusun oleh tanah dengan solum dangkal dan bertekstur lempung lebih dari 30%.

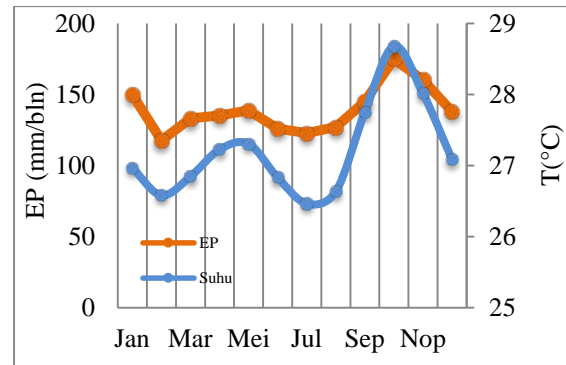
G. Analisis Neraca Air Hidrometeorologis

Analisis neraca air hidrometeorologis didasarkan dari konsep metode Thornthwaite Mather. Neraca air ini merupakan integrasi lebih dari satu variabel dalam kondisi fisik DAS yaitu curah hujan, suhu, kelembaban tanah, vegetas dan lain-lain. Hasilnya berupa nilai surplus dan defisit.

Evapotranspirasi potensial adalah penguapan yang terjadi apabila ketersediaan air cukup untuk pertumbuhan tanaman. Perhitungannya menggunakan suhu rerata bulanan sehingga diperoleh hasil seperti pada Gambar 4. Berdasarkan gambar tersebut peningkatan suhu udara berbanding lurus dengan peningkatan nilai evapotranspirasi potensial.

Water Holding Capacity (WHC) atau adalah jumlah maksimum air yang disimpan dalam lapisan tanah. Perhitungan WHC menggunakan data penggunaan lahan dan jenis tanah. Hasil perhitungan menunjukkan nilai WHC sebesar 92 mm

yang berarti kemampuan lahan rendah dalam menyimpan dan mengikat air.



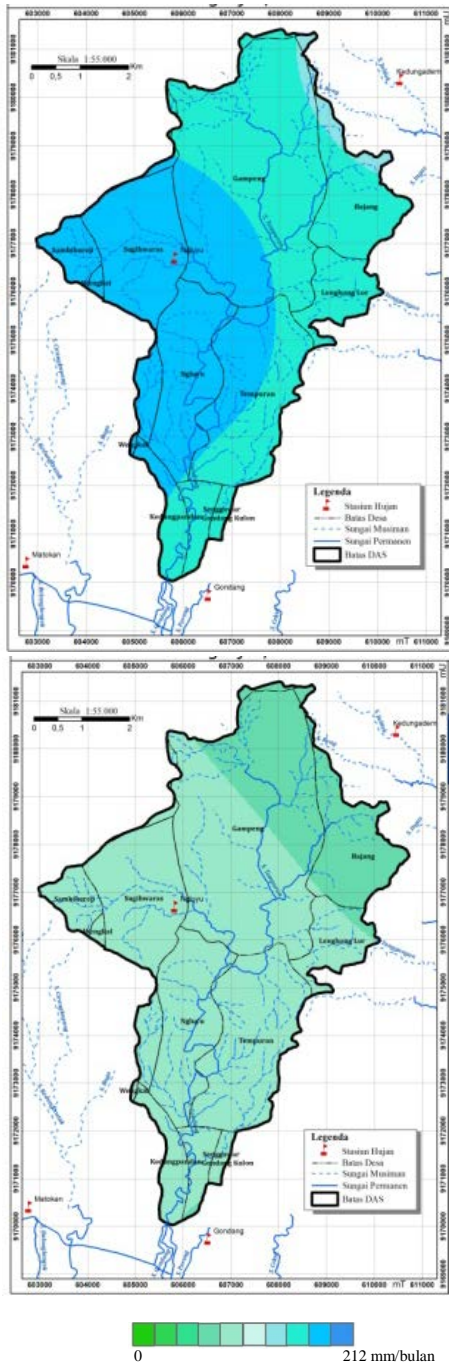
Gambar 4. Pola Suhu dan Evapotranspirasi Potensial DAS Gondang

Nilai kelebihan dan kekurangan air diperoleh dari hubungan antara hujan (P) dan evapotranspirasi potensial (PE). Apabila $P < PE$ akan memicu terjadinya kekurangan sehingga diperlukan tambahan air yang diperoleh dari lensa tanah. Sebaliknya, apabila $P > PE$ terjadi, kelembaban tanah akan kembali terisi dan sisanya akan menjadi aliran yang dikeluarkan langsung maupun berangsur-angsur (disebut sebagai mataair).

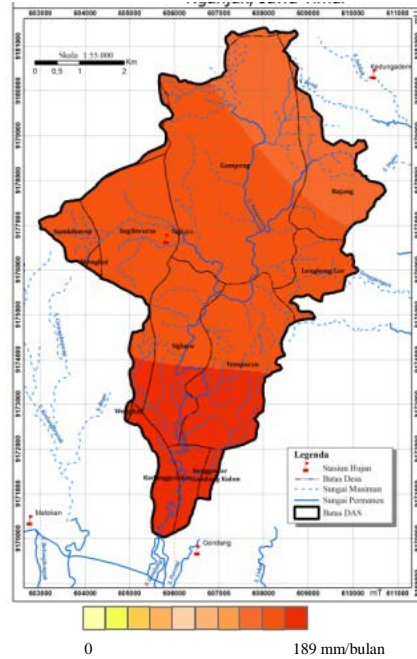
Nilai surplus tertinggi terjadi pada Bulan Desember dan terendah pada Bulan April. Hal ini dikarenakan pada Bulan April mulai memasuki musim kemarau sehingga terjadi penurunan curah hujan. Surplus yang terjadi berkisar antara 107 – 212 mm/bulan. Kondisi defisit tertinggi terjadi pada Bulan Oktober dengan nilai mencapai 189 mm/bulan. Defisit yang terjadi berkisar antara 20 – 170 mm/bulan.

Persebaran nilai surplus dan defisit disajikan pada Gambar 5 dan 6. Berdasarkan peta persebaran spasial surplus dan defisit, terjadinya kondisi kelebihan dan kekurangan air terbagi menjadi beberapa wilayah. Defisit terbesar terdapat pada wilayah dengan relief datar. Hal ini berkaitan dengan elevasi dan curah

hujan. Curah hujan pada relief datar cenderung lebih rendah dibandingkan relief agak miring. Sama halnya dengan nilai surplus yang relatif lebih besar pada daerah lereng perbukitan. Semakin tinggi elevasi maka suhu juga akan semakin rendah dan potensi terjadinya curah hujan semakin besar.



Gambar 5. Persebaran Spasial Surplus Bulan April dan Desember DAS Gondang



Gambar 6. Persebaran Spasial Defisit Bulan Oktober DAS Gondang

Penggunaan lahan di DAS Gondang disajikan pada Tabel 5. Nilai surplus terbesar terdapat pada daerah dengan penggunaan lahan berupa kebun/hutan/semak belukar. Kondisi ini menyebabkan tangkapan air lebih banyak tersimpan dalam tajuk tanaman untuk selanjutnya dialirkan ke dalam tanah. Nilai defisit terbesar terdapat pada penggunaan lahan pertanian dan pemukiman. Hal ini dikarenakan bangunan pemukiman menutup permukaan tanah sehingga air tidak terinfiltrasi. Selain itu, lahan pertanian cenderung lebih banyak membutuhkan air dibandingkan menyimpan air sebagai sumber untuk melakukan produksi tanaman.

Tabel 5. Persentase Penggunaan Lahan

PL Pengguna Air	Luas (km ²)	%
Kebun/Hutan/Semak Belukar	1438,16	36,39
Pemukiman	197,97	5,01
Lahan Pertanian	2315,64	58,60

Jumlah kebutuhan air untuk pertanian didasarkan pada pola tanam yang

diterapkan di DAS Gondang. Masa tanam yang diterapkan didasarkan pada ketersediaan air irigasi. Perbandingan ketersediaan dan kebutuhan air disajikan pada Tabel 6. Berdasarkan pada nilai tersebut ketersediaan air untuk pertanian lebih kecil dibandingkan kebutuhan air. Kondisi ini berdampak pada kekurangan air setiap tahun di DAS Gondang.

Tabel 6. Kebutuhan dan Ketersediaan Air untuk Pertanian

Jenis Lahan	Luas Lahan (Ha)	Kebutuhan Air Sawah (lt/dt/ha)		
		MT1	MT2	MT3
Sawah	1783,59	214.030,6	160,52	53.507,64
Tegalan	532,05	1133,01		
Total Kebutuhan Air		214,03	0,16	53,51
Total Ketersediaan Air		4,1	7,8	0,5

KESIMPULAN

1. Ketersediaan air DAS Gondang sangat kecil dengan nilai sebesar 0 – 2,5 m³/detik.
2. Ketersediaan air di DAS Gondang dipengaruhi oleh: a) variabel statis berupa morfologi, jenis tanah dan luas DAS dan b) variabel dinamis berupa curah hujan dan penggunaan lahan.
3. Kebutuhan air di DAS Gondang memiliki nilai lebih besar dibandingkan ketersediaan air yang menyebabkan DAS Gondang mengalami kekurangan air setiap tahun.

SARAN

Pengelolaan sumberdaya air diperlukan untuk menjaga kelestarian dan keberlangsungan sumberdaya alam. Perlu adanya strategi untuk melakukan pengelolaan sumberdaya air. Diantaranya menjaga kelestarian vegetasi penutup lahan (hutan dan kebun), mengubah pola tanam, menggunakan air sesuai dengan peruntukannya, memaksimalkan

penggunaan pipanisasi dari pemerintah agar air dapat terdistribusi merata dan melakukan *monitoring and evaluation* (monev) melalui organisasi pengelola air.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto, D. (2007). *Analisis Kebutuhan Air Bersih dan Ketersediaan Air Bersih di IPA Sumur Dalam Banjarsari PDAM Kota Surakarta terhadap Jumlah Pelanggan*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Asdak, C. (2007). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Seyhan, E. (1990). *Dasar-Dasar Hidrologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sharda, V. N., Ojasvi, P., Pradeep, D., & Shiv, O. P. (2009). Scenario-based Assessment and Management of Water Resource in Mid Himalayan Micro-watersheds with Limited Data Availability. *Hydrological Sciences Journal* (hal. 1018-1034). IAHS Press.
- Singh, R., Prasad, V. H., & Bhatt, C. (2004). Remote Sensing and GIS Approach for Assessment of The Water Balance of A Watershed. *Hydrological Sciences Journal* , 49 (1), 131-141.
- Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (1997). *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Suryanti, I. (2008). *Analisis Hubungan Antara Sebaran Kekeringan Menggunakan Indeks Palmer dengan Karakteristik Kekeringan (Studi Kasus : Provinsi Banten)*. Bandung: Institut Pertanian Bogor.
- Yunus, H. S. (2010). *Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

