

Evaluasi Karakteristik Daerah Tangkapan Air Sebagai Acuan Kegiatan Konservasi Sumber Daya Air Purboseno, S¹., Bambang, A.N²., Suripin³, Hadi, S.P⁴

1. Mahasiswa Doktor Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana UNDIP, Semarang, Indonesia
2. Guru Besar Ekonomi Sumberdaya Alam dan Lingkungan UNDIP, Semarang, Indonesia
3. Guru Besar Sumber Daya Air UNDIP, Semarang, Indonesia
4. Guru Besar Manajemen Lingkungan UNDIP, Semarang, Indonesia
Email: sentot.purboseno@gmail.com

ABSTRACT

The increasing incidence of floods and droughts from year to year, indicating the destruction of water catchment areas. To the rescue of the catchment area should be done immediately. Preparation of spatial plans must accommodate the rescue catchment areas purpose, with no opening forests in the region. Opening of the forest to the wake region will be lead to increase floods and droughts in the downstream region. From year to year the condition persists, so the level of water availability has declined and losses due to floods has increased. Water crisis increasingly felt, not only in Indonesia, even this is global crisis, the longer of the water crisis is getting worse and leads to a disaster that the solution must be done immediately.

Evaluation characteristics of the catchment area as a manufacturers producing surface water and groundwater needs to be done, to assess changes in the characteristics of the catchment area, towards the conservation of water resources can be focused and on target. Because it is associated with water results, then evaluation characteristics of the catchment area is done with the approach flow parameters in rainfall models. One of the popular models used rain flow, especially in the Java is FJ. Mock models, this model was developed from research in several watersheds in Java.

From the research to changes in catchment characteristics with Mock model approach to Rawapening Reservoir catchment, from year to year decreased infiltration parameter values, whereas the direct flow increased. Refers to changes in the characteristics of the DTA, conservation activities to be done is to increase the infiltration capacity and reduce flow area directly. While the analysis of land use change, forest area declined from year to year and the areas of increased impermeable.

Keywords: catchment areas, direct flow, Mock, and Infiltration

1. PENDAHULUAN

Pesatnya permintaan akan ruang, khususnya di daerah tangkapan air (DTA) yang mempunyai fungsi hidrologi dalam menjaga ketersediaan air, sering dilupakan dampaknya terhadap ketersediaan air tersebut. Sehingga rendahnya ketersediaan dan sulitnya memperoleh air semakin dirasakan oleh masyarakat. Memperoleh air merupakan hak setiap orang di muka bumi ini, sehingga kegiatan yang mempersulit setiap orang untuk memperoleh air, baik disadari maupun tidak merupakan pelanggaran hak asasi. Akan tetapi tingginya permintaan akan ruang, dalam mekanisme pasar merupakan faktor tertinggi dalam meraup keuntungan ekonomi. Sehingga pelepasan hak atas fungsi hidrologi dilupakan demi memperoleh keuntungan ekonomi sesaat.

Perubahan tata guna lahan di hulu Rawa Pening atau DTA Sungai Tuntang, yang semakin didominasi oleh pemukiman dan industri, menyebabkan meningkatnya debit aliran permukaan pada saat musim hujan. Pada saat debit aliran permukaan meningkat, kemampuan Rawa Pening sebagai penampung air menurun dikarenakan tingginya tingkat sedimentasi yang terjadi. Sehingga fungsi Rawa Pening sebagai waduk penahan banjir menjadi berkurang, yang pada akhirnya air akan langsung dialirkan ke Sungai Tuntang, sehingga kejadian banjir dibagian hilir tidak terhindarkan. Menurunnya kemampuan Rawa Pening menampung debit banjir, juga mempengaruhi areal tanam di seputar Rawa tersebut. Saat debit banjir masuk maka elevasi muka air rawa akan naik, sehingga beberapa ha sawah yang akan tenggelam.

Respon daerah tangkapan air terhadap setiap kejadian hujan dari tahun ke tahun menunjukkan adanya perubahan karakteristik daerah tangkapan air tersebut, khususnya respon terhadap distribusi ketersediaan air. Karakteristik daerah aliran sungai yang mempengaruhi aliran permukaan terdiri dari; luas, bentuk, topografi dan tata guna lahan (Suripin, 2002). Dari keempat karakteristik DAS tersebut yang cenderung mengalami perubahan seiring dengan berjalannya waktu adalah tata guna lahan, khususnya tata guna lahan di daerah tangkapan air. Dalam siklus hidrologi, daerah tangkapan air merupakan tempat terjadinya proses pengalih ragaman hujan menjadi aliran. Sedangkan model hidrologi untuk pengalih ragaman data hujan ke data aliran yang banyak digunakan adalah model FJ. MOCK.

Dalam model MOCK, karakteristik daerah tangkapan air diwakili oleh beberapa parameter yang menggambarkan proses terjadinya aliran permukaan dan aliran tanah, yaitu ; koefisien infiltrasi (i), *initial soil moisture* (ISM), *soil moisture capacity* (SMC), *groundwater resesi constant* (k), dan *initial groundwater storage* (IGWS atau SS). Kelima parameter Mock tersebut dapat memperlihatkan kondisi daerah tangkapan air secara umum, khususnya parameter infiltrasi. Dengan mengetahui nilai parameter infiltrasi dan volume air terinfiltrasi setiap periode, dapat

diketahui kondisi umum daerah tangkapan air. Apakah dari tahun ke tahun volume infiltrasi selalu sama atau cenderung menurun atau bahkan menunjukkan peningkatan ? . Untuk suatu daerah yang mengalami kekritisian, volume infiltrasi dari tahun ke tahun akan semakin kecil, hal ini terkait dengan semakin luasnya daerah kedap karena adanya pembangunan dan semakin kecilnya kawasan hutan. Upaya untuk mengembalikan volume infiltrasi dalam suatu daerah tangkapan air dapat dilakukan dengan kegiatan konservasi air.

Konsep dasar konservasi air adalah jangan membuang-buang sumber daya air. Pada awalnya konservasi air diartikan sebagai menyimpan air dan menggunakannya untuk erluasan yang produktif di kemudiaan hari. Konsep ini disebut konservasi segi suplai. Perkembangan selanjutnya konservasi lebih mengarah kepada pengurangan atau pengefisienan penggunaan air, dan dikenal sebagai konservasi sisi kebutuhan (Suripin, 2002). Berbagai metode konservasi air telah dikembangkan, namun demikian berbagai cara atau metode konservasi tanah adalah juga merupakan metode konservasi air dalam pemakaian air untuk pertanian. Oleh karena itu kedua metode tersebut umumnya disatukan menjadi konservasi tanah dan air (Arsyad, 2008).

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Tuntang yang secara administrasi berada pada Kabupaten Semarang dan Kabupaten Demak Provinsi Jawa Tengah. Sebagai pusat penelitian diambil Daerah tangkapan Air (DTA) Waduk Rawa Pening dan Bendung Jelok.

Komponen yang akan menjadi pokok kajian dalam penelitian ini, meliputi kondisi Daerah Tangkapan Air, yang terdiri dari sembilan Sub DAS, data curah hujan 4 stasiun disekitar Waduk Rawa Pening, data debit outflow di bendung Jelok.

2.2. Pengumpulan Data

Peta daerah tangkapan air Waduk Rawa Pening ataupun peta DAS Tuntang, peta sebaran jenis tanah dan debit outflow Waduk diperoleh dari Dinas Sumber Daya Air Provinsi Jawa Tengah dan Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana, sedangkan data klimatologi dan data curah hujan diperoleh di kantor BMG, ketiga kantor tersebut berada di kota Semarang, sedangkan peta RBI digital skala 1:25.000 terbitan Bakosurtanal dan citra satelit tahun 1996, 2003 dan 2010, diperoleh melalui PPIK UGM di Yogyakarta.

2.3. Analisis Data

Salah satu model hujan-aliran yang relatif sederhana dan telah dikembangkan di Indonesia adalah model Mock. Model tersebut banyak diterapkan di Indonesia untuk memperkirakan data aliran terutama untuk interval waktu yang cukup panjang seperti dua mingguan atau bulanan (Nurrochmad, Sujono, Darmajaya, 1998 p:58, Bappenas, 2006 p1-12). Ketersediaan air di sungai dihitung berdasarkan data curah hujan dengan formulasi persamaannya adalah (Lano, Sudira, Susanto, 2001 p:86 dengan penyesuaian) :

$$QRO = (DRO_{(t)} + BF_{(t)}) A \dots\dots\dots(2.1)$$

$$DRO_{(t)} = WS_{(t)} - I_{(t)} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$BF_{(t)} = I_{(t)} - \Delta V_{(t)} \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana :

Q : debit sungai (m³/dt)

BF_(t) : aliran dasar (m³/dt)

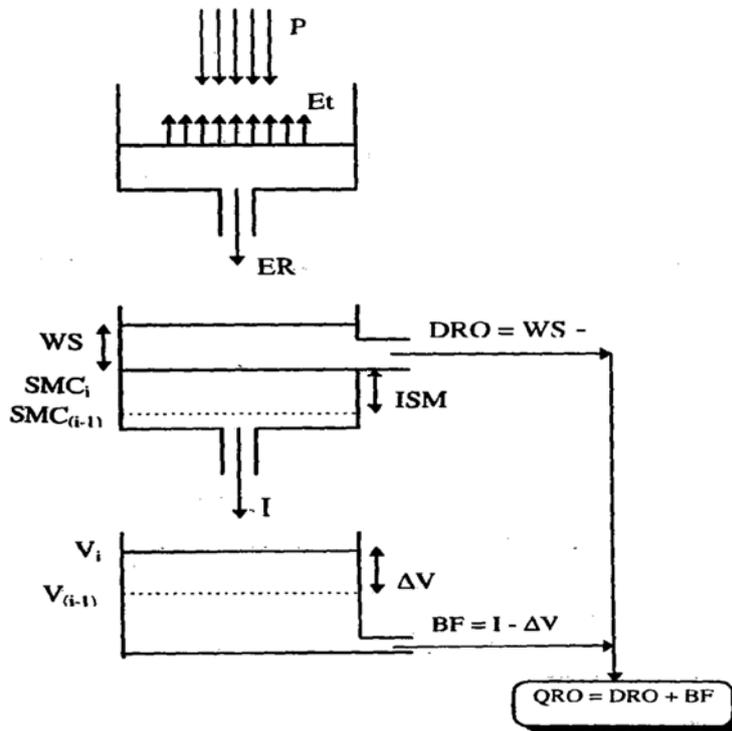
WS_(t) : air hujan yang mencapai permukaan tanah (mm)

A : luas DAS (km²)

ΔV_(t) : bagian air yang tertampung di lapisan tanah (mm/dt)

DRO_(t) : limpasan langsung (mm/dt)

I_(t) : infiltrasi (m³/dt)



Gambar 2.1. Struktur model Mock (Nurrochmad, Sujono, Darmajaya, 1998 p:59).

Sebagai titik tinjau debit diambil debit yang terukur di Bendung Jelok, karena bendung tersebut berada di hilir Waduk Rawa Pening, maka permodelan hujan aliran juga memasuk proses yang terjadi di dalam waduk. Menurut Jayadi (1995) hitungan inflow Rawa Pening dapat dilakukan dengan pendekatan analisis neraca air harian sebagai berikut :

$$I_t = (S_{t+1} - S_t) - R_t + E_t + O_t \dots \dots \dots (2.4)$$

dengan :

- I_t : Inflow pada periode t,
- S_{t+1} : volume tampungan Rawa Pening pada awal periode t+1
- S_t : volume tampungan Rawa Pening pada awal periode t
- R_t : volume hujan yang jatuh di tampungan Rawa Pening pada periode t
- E_t : volume penguapan dari tampungan Rawa Pening pada periode t
- O_t : volume outflow pada periode t di Bendung Jelok

Persamaan 2.1 merupakan perhitungan untuk menentukan debit inflow yang akan masuk ke Waduk Rawa Pening, sehingga apabila kita substitusikan persamaan tersebut ke persamaan 2.4 menjadi :

$$Q_{RO} = (S_{t+1} - S_t) - R_t + E_t + O_t \dots \dots \dots 2.5.$$

Karena titik tinjau yang diambil debit di Bendung Jelok, maka model ketersediaan air harus dapat merepresentasikan kondisi tersebut, sehingga persamaan 2.5 dapat juga ditulis :

$$O_{t-out} = Q_{RO-t} - ((S_{t+1} - S_t) - R_t + E_t) \dots \dots \dots (2.6)$$

dengan :

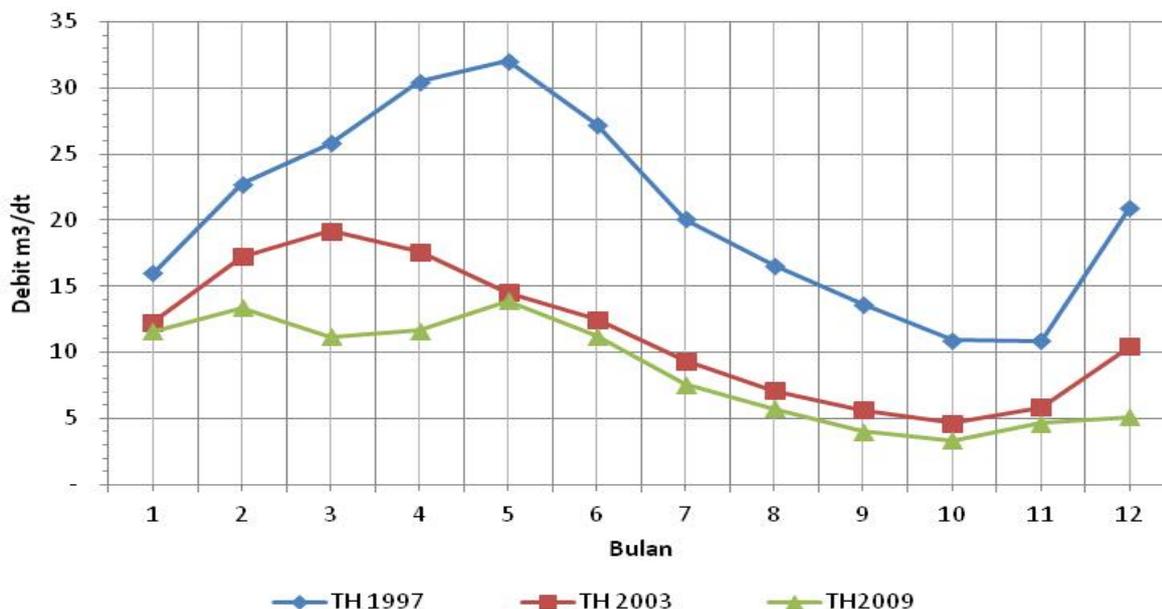
- O_{t-out} : Out flow terhitung di Bendung Jelok pada periode t

Sedangkan untuk mengetahui tren perubahan tata guna lahan, dilakukan dengan mengevaluasi peta citra satelit tahun 1996, 2003 dan 2010, dengan bantuan perangkat lunak Arc GIS.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kalibrasi model Mock dengan data debit outflow di Bendung Jelok dari tahun 1995 sampai tahun 2009 diperoleh nilai parameter Mock dan tampungan awal Waduk Rawa Pening adalah ; 0,821; 206,447; 145,888; 20,552; 0,886 dan 10.000.0000 masing masing untuk nilai parameter *infiltrasi*, *initial soil mouiture*, *initial groundwater storage*, faktor resisi aliran dan tampungan awal, dengan koefisien korelasi 0,975 dan VE sebesar 0.001.

Sedangkan ketebalan infiltrasi dari tahun ke tahun menunjukkan penurunan, sehingga debit air pada saat musim kemarau sekitar bulan april – Oktober dari tahun ke tahun semakin mengecil, seperti yang terlihat pada gambar 3.1.



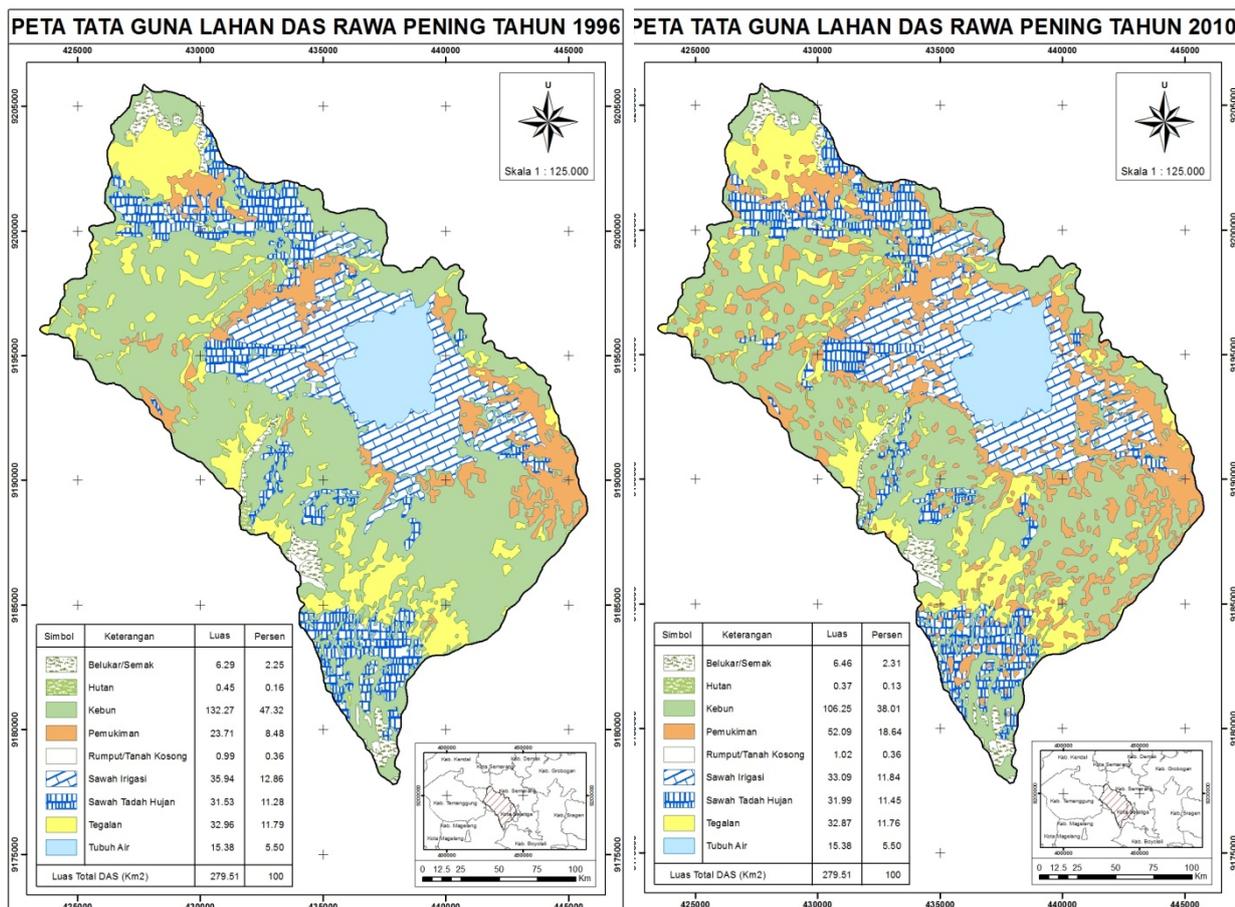
Gambar 3.1. Perubahan debit outflow Waduk Rawa Pening

Pada saat musim kemarau ketika curah hujan semakin jarang, aliran air yang masuk ke Waduk Rawa Pening merupakan debit aliran dasar (*base flow*). Mengacu persamaan 2.3 base flow merupakan fungsi dari parameter infiltrasi, sehingga semakin kecil ketebalan infiltrasi semakin kecil juga debit base flow. Mengecilnya ketebalan infiltrasi dari tahun ke tahun, mengindikasikan semakin luasnya kawasan kedap air di daerah tangkapan air Waduk Rawa Pening. Dari hasil analisis peta citra satelit terhadap data tata guna lahan untuk tahun 1996, 2003 dan tahun 2010 kawasan permukiman semakin meningkat, seperti terlihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Perubahan tata guna lahan dari tahun 1996, 2003 dan 2010

Tata Guna Lahan	Tahun 1996		Tahun 2003		Tahun 2010	
	Total	Persen	Total	Persen	Total	Persen
Belukar/Semak	6.29	2.25	6.46	2.31	6.46	2.31
Hutan	0.45	0.16	0.37	0.13	0.37	0.13
Kebun	132.27	47.32	123.41	44.15	106.25	38.01
Pemukiman	23.71	8.48	32.79	11.73	52.09	18.64
Rumput/Tanah Kosong	0.99	0.36	1.02	0.36	1.02	0.36
Sawah Irigasi	35.94	12.86	33.97	12.15	33.09	11.84
Sawah Tadah Hujan	31.53	11.28	32.45	11.61	31.99	11.45
Tegalan	32.96	11.79	33.67	12.05	32.87	11.76
Tubuh Air	15.38	5.50	15.38	5.50	15.38	5.50
Grand Total	279.51	100	279.51	100	279.51	100

Sumber : Hasil analisis data



Gambar 3.2. Peta tata guna lahan DTA Waduk Rawa Pening tahun 1996 dan tahun 2010

Dilihat dari sebaran pertumbuhan pemukiman di DTA Waduk Rawa Pening yang cenderung kearah hulu daerah tersebut, pendekatan kegiatan konservasi yang dapat dilakukan adalah peningkatan kembali ketebalan infiltrasi dengan metode sumur resapan. Apabila dengan metode vegetative hal tersebut akan sulit diterapkan, mengingat keperluan ruang untuk pemukiman dari tahun ke tahun semakin meningkat.

Untuk memperoleh distribusi debit outflow Waduk Rawa pening seperti pada tahun 1997, kedalaman infiltrasi harus mencapai 5.574 mm/tahun. Apabila tahun dasar untuk memulai kegiatan konservasi sumber daya air tersebut di mulai sejak tahun 2009 yang mempunyai kedalaman infiltrasi sebesar 1.273 mm, maka peningkatan kedalaman infiltrasi adalah sebesar 4.301 mm/tahun.

4. KESIMPULAN

4.1. Kesimpulan

Hasil optimasi parameter MOCK untuk data karakteristik daerah tangkapan air Waduk Rawa Pening adalah 0,821; 206,447; 145,888; 20,552; 0,886 masing masing untuk nilai parameter *infiltrasi*, *initial soil moisture*, *initial groundwater storage*, dan faktor resisi. Perubahan tata guna lahan didominasi oleh perkembangan pemukiman, dari 8,48 % di tahun 1996 menjadi 18,64 % di tahun 2010.

Data karakteristik daerah tangkapan air dari hasil optimasi model MOCK dapat digunakan acuan untuk kegiatan konservasi sumber daya air. Dengan mengacu data karakteristik daerah tangkapan air tersebut, dampak kegiatan konservasi dapat dipredikasi dengan pendekatan model MOCK.

4.2. Saran

Untuk memperoleh hasil yang lebih efektif, penyebaran pembuatan sumur resapan harus memperhatikan jaringan aliran sungai dari setiap sub das yang ada di DTA Waduk Rawa Pening. Sedangkan untuk menentukan jumlah sumur resapan dengan target kedalaman infiltrasi 4.301 mm/tahun dapat menggunakan metode Sunyoto. Selain itu agar kegiatan konservasi dapat dilakukan secara komprehensif, sebelum menentukan lokasi sumur resapan dilakukan dahulu analisis erosi untuk menentukan tindakan konservasi yang lebih efisien. Dari hasil analisis erosi dengan metode USLE berbasis GIS dapat ditentukan metode dan sebaran kegiatan konservasi secara lebih tepat.

5. DAFTAR PUSTAKA

- BAPPENAS. 2006, *Identifikasi Masalah Pengelolaan Sumber Daya Air di Pulau Jawa (Buku 2), Prakarsa Strategi Pengelolaan Sumber Daya Air Untuk Mengatasi Banjir dan Kekeringan di Pulau Jawa*, Direktorat Pengairan dan Irigasi, Bappenas, Jakarta
- Jayadi R. 1995, *Model Simulasi Neraca Air Untuk Menyusun Garis Eksploitasi Rawa Pening*, Forum Teknik, Jilid 19 No. 2, Agustus 1995 p:196-206.
- Nurrochmad F., Sujono J., Damanjaya., 1998. *Optimasi Parameter Model Hujan Aliran Mock dengan Solver*, Media Teknik No. 2 Tahun XX Ed. Mei 1998 p:58-62
- Suripin., 2002, *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*, Penerbit ANDI, Yogyakarta
- Lano, M.L., Sudira P. Susanto S. 2001, *Aplikasi Model Hidrologi Untuk Memperkirakan Ketersediaan Air Setengah Bulanan (Studi Kasus DI DAS Tilong dan DAS Benain)*, J. Agrosains No. 14 (1) p:83-96