

# PREDIKSI NERACA AIR PERTANIAN DENGAN METODE MOCK PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI KEDUANG

Vicky Tri Jayanti<sup>1)</sup>, Rintis Hadiani<sup>2)</sup>, Susilowati<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

<sup>2), 3)</sup> Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: [beviaan\\_bgt@yahoo.com](mailto:beviaan_bgt@yahoo.com)

## Abstract

*A watershed management and land use that are not integrated and improper planning can lead to negative impacts such as floods and droughts. One of the watershed that require water resource management and good land management is the watershed Keduang. The purpose of this study is (1) Knowing the rainfall prediction data during the period from 2012 to 2015, (2) Determine the discharge water availability in rainfed ( $Q_{80}$ ) in the 2012-2015 forecast period, (3) Determine the water balance in the Keduang watershed which serves for the comparison between the availability of water to the water needs in Keduang watershed. Stages of research conducted by collecting rainfall data and climatological data in 2000-2011, topographic maps. Results of rain areas using Thiessen polygon method and the method for rain simulation using artificial neural network (ANN) backpropagation with the help of Matlab software. Rain simulation results are used to calculate the available flow in the rainfed and debit mainstay existing in the reservoir with Mock methods and to calculate the need for irrigation water. Value of discharge water availability in rainfed plots ( $Q_{80}$ ) calculated by the method previously unknown basic month after discharge amount are available. Further water balance of the proceeds made available to discharge irrigation water needs.*

*The results showed that the wet early in December and discharge water availability in rainfed ( $Q_{80}$ ) is highest in the first 2 weeks of December in the amount of 3.57 m<sup>3</sup>/second. Under the plan the cropping pattern of rice-rice-crops (peanuts) and catchment water balance chart Keduang experienced first surplus in September and November II, while the other occurs in water deficit. To reduce the water deficit that occurred in the watershed Keduang then plan the cropping pattern changed to rice-crops (corn)-crops (corn). On the water balance chart to plan the cropping pattern of rice-crops (corn)-crops (corn) showed no significant changes in the water balance in the watershed Keduang. Surplus water II occurred in August, September I, II October to February II, while the water deficit occurred in March I to August II, and II in September and October I.*

**Keywords:** Keduang Watershed, Artificial Neural Network (ANN), Mock Methods, Water Balance.

## Abstrak

Pengelolaan suatu DAS dan tata guna lahan yang tidak terpadu dan perencanaan yang kurang baik dapat menimbulkan dampak negatif diantaranya banjir dan kekeringan. Salah satu DAS yang memerlukan pengelolaan sumber daya air dan pengolahan lahan yang baik adalah DAS Keduang. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) Mengetahui prediksi data hujan pada kurun waktu 2012-2015, (2) Mengetahui debit ketersediaan air di petak sawah tadah hujan ( $Q_{80}$ ) pada kurun waktu prediksi 2012-2015, (3) Mengetahui neraca air pertanian di DAS Keduang yang berfungsi untuk perbandingan antara ketersediaan air dengan kebutuhan air di DAS Keduang. Tahapan penelitian yang dilaksanakan dengan pengumpulan data curah hujan dan data klimatologi pada tahun 2000-2011, peta topografi. Hasil hujan wilayah menggunakan metode polygon thiessen dan untuk hujan simulasi menggunakan metode jaringan syaraf tiruan (JST) backpropagation dengan bantuan software Matlab. Hasil hujan simulasi digunakan untuk menghitung debit yang tersedia di petak sawah tadah hujan dan debit andalan yang ada di waduk dengan metode Mock serta untuk menghitung kebutuhan air irigasi. Nilai debit ketersediaan air di petak sawah tadah hujan ( $Q_{80}$ ) dihitung dengan metode basic month setelah sebelumnya diketahui besarnya debit yang tersedia. Selanjutnya dibuat neraca air dari hasil debit yang tersedia dengan kebutuhan air irigasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa awal bulan basah terjadi pada bulan Desember dan debit ketersediaan air di petak sawah tadah hujan ( $Q_{80}$ ) paling tinggi adalah pada bulan Desember 2 minggu pertama yaitu sebesar 3,57 m<sup>3</sup>/detik. Berdasarkan rencana pola tanam padi-padi-palawija (kacang tanah) dan grafik neraca air DAS Keduang mengalami surplus pada bulan September I dan November II, sedangkan pada bulan lainnya terjadi defisit air. Untuk mengurangi defisit air yang terjadi di DAS Keduang maka rencana pola tanam dirubah menjadi padi-palawija (jagung)-palawija (jagung). Pada grafik neraca air dengan rencana pola tanam padi-palawija (jagung)-palawija (jagung) menunjukkan tidak adanya perubahan yang signifikan pada neraca air di DAS Keduang. Surplus air terjadi pada bulan Agustus II, September I, Oktober II sampai dengan Februari II, sedangkan defisit air terjadi pada bulan Maret I sampai dengan Agustus II, serta bulan September II dan Oktober I.

**Kata Kunci:** DAS Keduang, Jaringan Syaraf Tiruan (JST), Metode Mock, Neraca Air.

## PENDAHULUAN

Degradasi dan kerusakan sistem hidrologi DAS sebagai salah satu aspek kekritisitas DAS sangat berkaitan erat dengan masalah ketersediaan air. Salah satu fenomena degradasi sistem hidrologi DAS adalah terjadinya kekeringan baik kekeringan meteorologis, hidrologi dan pertanian. Penyebab dari kekeringan ini dapat berupa penyimpangan musim, tipe iklim suatu daerah, kemampuan daerah dalam menyimpan air terutama sangat erat dengan kondisi litologis, adanya sedimentasi di reservoir seperti waduk, danau maupun rawa serta adanya peningkatan kebutuhan air untuk berbagai keperluan akibat perkembangan jumlah penduduk dan kegiatan ekonomi yang pe-

sat (Bambang Triatmodjo, 2009). Sungai Keduang berada di Waduk Gajah Mungkur bagian timur laut, yang termasuk dalam wilayah Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah, serta meliputi sembilan kecamatan di Kabupaten Wonogiri. Luas Daerah Aliran Sungai (DAS) Keduang 42098,200 Ha dan luas tata guna lahan sawah pada DAS Keduang adalah 12714,890 Ha (Adi Prasetya, 2012).

Pada saat musim hujan ketersediaan air di DAS Keduang melimpah bahkan terkadang menyebabkan banjir sedangkan pada saat musim kemarau ketersediaan air mulai berkurang sehingga menyebabkan kekeringan. Fenomena banjir pada saat musim hujan dan kekeringan saat musim kemarau menjelaskan bahwa ketersediaan sumber daya air di DAS Keduang tidak dapat dijaga keseimbangannya sehingga memerlukan pengelolaan sumber daya air dan pengolahan lahan yang baik (Rimaniar, 2012).

Salah satu usaha untuk mengantisipasi terjadinya kelebihan dan kekurangan air di DAS Keduang adalah dengan memprediksi data hujan pada kurun waktu 2012-2015. Hasil prediksi data hujan digunakan untuk menghitung neraca air di DAS Keduang.

Dengan mengetahui prediksi data hujan, dari penelitian ini diharapkan dapat diketahui defisit disuatu bulan jika pola tanam yang digunakan padi-padi-palawija (kacang tanah) dan pola tanam padi-palawija(jagung)-palawija(jagung).

## TINJAUAN PUSTAKA

Dalam menentukan kebutuhan air irigasi tergantung pada sifat-sifat tanah pada suatu areal, kondisi iklim, efisiensi irigasi dan jenis tanaman yang dibudidayakan (Suherman, 2009).

Purbawa (2009) menyatakan bahwa neraca air merupakan perimbangan antara masukan (*input*) dan keluaran (*output*) air di suatu tempat pada suatu saat/periode tertentu.

Model Neraca Air Umum menggunakan data klimatologis dan bermanfaat untuk mengetahui berlangsungnya bulan-bulan basah (jumlah curah hujan melebihi kehilangan air untuk penguapan dari permukaan tanah atau evapotranspirasi maupun penguapan dari sistem tanaman atau transpirasi, penggabungan keduanya dikenal sebagai evapotranspirasi) (*Thorthwaite Mather*, 1957).

Rimaniar (2012) melakukan penelitian neraca air di DAS Keduang pada tahun 2000-2011 yang menunjukkan terjadinya defisit pada bulan Maret hingga Oktober, dan debit paling tinggi adalah pada bulan Februari yaitu sebesar 15,27 m<sup>3</sup>/detik. Hal ini membuktikan bahwa ketersediaan air dan kebutuhan air di DAS Keduang tidak seimbang.

### Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*

Metode JST dapat digunakan untuk memprediksi apa yang akan terjadi di masa yang akan datang berdasarkan pola kejadian yang ada di masa lampau serta faktor-faktor yang terkait, JST ditentukan oleh 3 hal (Siang, 2005) : 1) Arsitektur Jaringan, 2) Algoritma Belajar dan Pelatihan, 3) Fungsi Aktifasi.

*Backpropagation* merupakan model jaringan syaraf tiruan dengan layar jamak. *backpropagation* melatih jaringan untuk mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan untuk mengenali pola yang digunakan selama pelatihan serta kemampuan jaringan untuk memberikan respon yang benar terhadap pola masukan yang serupa (tapi tidak sama) dengan pola yang dipakai selama pelatihan (Siang, 2005). Ada 3 fase Pelatihan *backpropagation* : Fase 1 yaitu propagasi maju, Fase 2 yaitu propagasi mundur, Fase 3 yaitu perubahan bobot.

### Metode Mock

Suatu metode yang digunakan untuk menghitung debit rata-rata bulanan sungai, berdasarkan analisa keseimbangan air. Metode ini menjelaskan hubungan *runoff* dengan curah hujan bulanan, evapotranspirasi, kelembapan tanah dan penyimpanan di dalam tanah (Mock, 1973). Langkah perhitungan metode Mock yaitu : 1) hitung evapotranspirasi potensial, 2) hitung *limited evapotranspirasi*, 3) Hitung *water balance*, 4) hitung aliran dasar dan limpasan langsung.

Faktor karakteristik hidrologi yang diperhatikan yaitu 1) faktor bukaan lahan, 2) luas daerah pengaliran, 3) kapasitas kelembapan tanah (SMC). Sedangkan keseimbangan air di permukaan tanah dipengaruhi oleh faktor-faktor air hujan (As) dan kandungan air tanah (*Soil Storage*). Data-data yang diperlukan untuk menentukan *run off* & *ground water storage* yaitu : 1) koefisien infiltrasi (I), 2) faktor resesi aliran tanah (k), 3) *initial storage* (IS), 4) penyimpanan air tanah (*ground water storage*).

Neraca air dapat dihitung dengan persamaan [1].

$$\text{Neraca} = Q_{\text{ketersediaan}} - Q_{\text{kebutuhan}} \dots\dots\dots [1]$$

keterangan:

Neraca = Neraca air, surplus jika hasil persamaan adalah positif dan defisit apabila hasil persamaan adalah negatif,

$Q_{\text{ketersediaan}}$  = Debit ketersediaan air,

$Q_{\text{kebutuhan}}$  = Debit kebutuhan air.

**Debit Andalan**

Debit andalan (*dependable flow*) adalah debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan yang dapat dipakai untuk irigasi. Kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80% (kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20%) (Anonim, 2010).

Debit andalan untuk probabilitas keberhasilan 80% dengan persamaan [2].

$$Q_{.8} = x - 0,842.sd \dots\dots\dots [2]$$

keterangan:

x = rata-rata data,

sd = standar deviasi.

**Kebutuhan Air Irigasi**

Kebutuhan air irigasi adalah sejumlah air irigasi yang diperlukan untuk mencukupi keperluan bercocok tanam pada petak sawah ditambah dengan kehilangan air pada jaringan irigasi.

Untuk menghitung kebutuhan air irigasi menurut rencana pola tata tanam, ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut : 1) pola tanam yang direncanakan, 2) luas areal yang akan ditanami, 3) kebutuhan air pada petak sawah, 3) efisiensi irigasi. Pola tanam yang direncanakan pada penelitian ini adalah padi-padi-palawija. Tahapan-tahapan menghitung kebutuhan air irigasi : 1) hitung kebutuhan air disawah (*Net Field Requirement*), 2) hitung kebutuhan air untuk pengolahan lahan, 3) kebutuhan air tanam (ETc), 4) koefisien tanaman, 5) perkolasi, 6) curah hujan efektif, 7) pola tanam, 8) efisiensi irigasi.

**METODOLOGI PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Deskriptif Kuantitatif. Metode ini berupa pengumpulan data, analisis data, dan interpretasi hasil analisis untuk mendapatkan informasi guna pengambilan keputusan dan kesimpulan. Lokasi penelitian di DAS Keduang. Data yang dibutuhkan berupa data curah hujan dan data klimatologi.

Penelitian ini diawali dengan menghitung curah hujan wilayah tahun 2000-2011 dengan metode polygon Thiessen, kemudian dari hasil curah hujan wilayah dilakukan prediksi curah hujan menggunakan jaringan syaraf tiruan (JST) algoritma *backpropagation* dengan bantuan *software* Matlab dan hasilnya berupa curah hujan prediksi tahun 2012-2015. Data klimatologi digunakan untuk menghitung evapotranspirasi potensial. Dari hasil curah hujan prediksi dan evapotranspirasi dapat dihitung debit andalan dengan metode Mock dan kebutuhan air irigasi.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Contoh hasil perhitungan curah hujan wilayah pada bulan September tahun 2000-2011 dengan metode polygon Thiessen dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Curah Hujan Wilayah Tengah Bulanan Untuk Bulan September Tahun 2000-2011

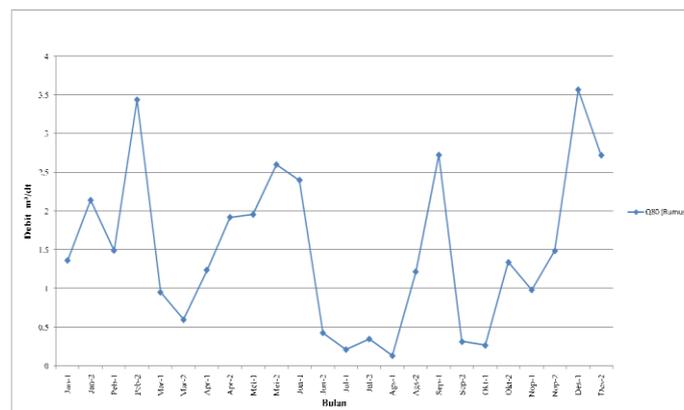
	Curah Hujan 15 Harian	Tahun											
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
September	Sep 1	39.033	30.517	0	0	0	0	0.364	0	0	0	184.34	0
	Sep 2	0	16.323	0	0	17.579	21.163	3.667	0	0	0.969	95.975	0

Setelah itu data curah hujan wilayah dijadikan *input* data untuk mencari prediksi curah hujan menggunakan JST dengan bantuan *software* Matlab. Contoh hasil prediksi curah hujan untuk bulan September dapat dilihat pada Tabel 2.

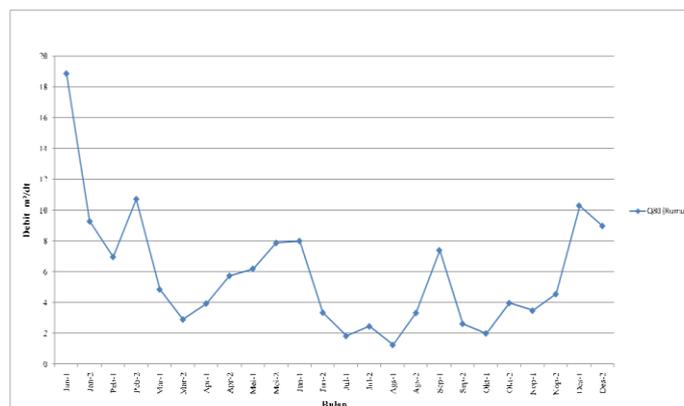
Tabel 2. Prediksi Curah hujan Tengah Bulanan Untuk Bulan September Tahun 2012-2015

Prediksi Curah Hujan 15 Harian	Tahun	Tahun			
		2012	2013	2014	2015
September	Sep-1	98.533	81.226	14.667	60.309
	Sep-2	51.262	46.737	67.394	32.085

Berdasarkan hasil perhitungan evapotranspirasi metode penman modifikasi didapat nilai Eto misalkan pada bulan September sebesar 3,332 mm/hari. Untuk mendapatkan nilai evapotranspirasi tengah bulanan yaitu dengan mengalikannya harga Eto yang didapatkan dengan jumlah hari dalam setengah bulanan, misalkan pada bulan September I nilai evapotranspirasi tengah bulanan yaitu 3,332 mm/hari x 15 hari = 49,98 mm/bln. Setelah didapat curah hujan prediksi dan evapotranspirasi maka dihitung debit setengah bulanan dengan metode Mock. Dengan ketentuan sebagai berikut :  $k = 0,4$  ;  $I = 0,4$  ;  $SMC = 150$  ;  $IS = 130$  ;  $CA = 480,982$  ;  $PF = 0,05$ . Pada perhitungan debit setengah bulanan dengan metode Mock, akan didapat nilai *water surplus* yang digunakan untuk menghitung debit ketersediaan air di sawah, dan didapat juga nilai debit andalan di waduk. Hasil perhitungan pada bulan September I tahun 2015 didapat nilai *water surplus* sebesar 21,07 mm/dtk, maka nilai debit ketersediaan air disawah diperoleh dengan membagi nilai *water surplus* dengan luas areal sawah dan mengalikannya dengan konversi satuan dari mm/bulan menjadi m<sup>3</sup>/detik., sehingga didapat nilai debit ketersediaan air disawah sebesar 2,07 m<sup>3</sup>/detik. Nilai *effective discharge* pada bulan September I tahun 2015 sebesar 5,49 m<sup>3</sup>/detik. Debit ketersediaan air di sawah dan debit andalan di waduk dengan probabilitas 80% dihitung dengan menggunakan metode *basic month* dan didapat besarnya  $Q_{80}$  berdasarkan persamaan [2]. Untuk bulan September I Debit ketersediaan air di sawah ( $Q_{80}$ ) sebesar 2,72 m<sup>3</sup>/detik, sedangkan debit andalan di waduk sebesar 7,395 m<sup>3</sup>/detik. Grafik debit ketersediaan air di sawah dan debit andalan dengan metode Mock dapat dilihat pada Gambar 1. dan Gambar 2.



Gambar 1. Grafik Debit Ketersediaan Air Di Sawah Tadah Hujan Metode Mock

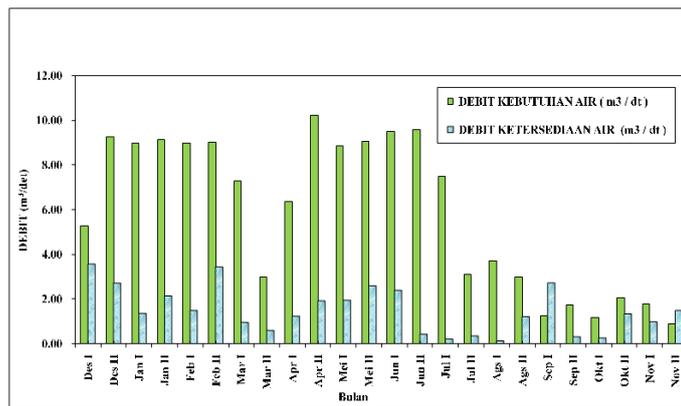


Gambar 2. Grafik Debit Debit Andalan Di Waduk Metode Mock

Untuk perhitungan kebutuhan air irigasi direncanakan pola tanam I sama dengan penelitian sebelumnya Rimaniar (2012) yaitu padi-padi-palawija (kacang tanah) dengan prediksi musim kering berlangsung pada bulan Desember I , MT I dimulai pada bulan Desember II , MT II dimulai pada bulan April II sampai dengan Mei I, dan MT III dimulai pada bulan Agustus II , serta pertumbuhan padi memakan waktu 6 x 15 hari (3 bulan). Sedangkan

menurut Rimaniar (2012) berdasarkan data historis musim kering berlangsung pada bulan Februari I , MT I dimulai pada bulan Februari II , MT II dimulai pada bulan Juni II sampai dengan Juli I, dan MT III dimulai pada bulan Oktober II.

Setelah didapat besarnya debit ketersediaan air di sawah ( $Q_{80}$ ) dan besarnya debit kebutuhan air di sawah, maka dihitung neraca air pertanian di DAS Keduang berdasarkan persamaan [1]. Misalkan berdasarkan data hujan prediksi pada bulan September I didapat besarnya debit kebutuhan air di sawah yaitu  $1,25 \text{ m}^3/\text{detik}$  dan debit ketersediaan air di sawah ( $Q_{80 \text{ prediksi}}$ ) yaitu  $2,72 \text{ m}^3/\text{detik}$  yang diperoleh dari perhitungan debit ketersediaan air di sawah dengan metode *Basic Month* ( $Q_{80 \text{ (rumus)}}$ ), sehingga nilai neraca air didapat sebesar  $1,47 \text{ m}^3/\text{detik}$ . Berdasarkan grafik neraca air (*water balance*) maka pada bulan September I terjadi surplus air. Sedangkan berdasarkan data hujan historis pada bulan September didapat besarnya debit kebutuhan air di sawah yaitu  $23,564 \text{ m}^3/\text{detik}$  dan debit ketersediaan air di sawah ( $Q_{80 \text{ prediksi}}$ ) sebesar  $0,12 \text{ m}^3/\text{detik}$  sehingga nilai neraca air didapat  $-23,444 \text{ m}^3/\text{detik}$ , hal ini menunjukkan bahwa terjadi defisit air (Rimaniar, 2012). Grafik neraca air (*Water balance*) dengan rencana pola tanam I berdasarkan data hujan prediksi dan data hujan historis dapat dilihat pada Gambar 3. dan Gambar 4.



Gambar 3. Grafik Neraca Air (*Water Balance*) Rencana Pola Tanam I Berdasarkan Data Hujan Prediksi

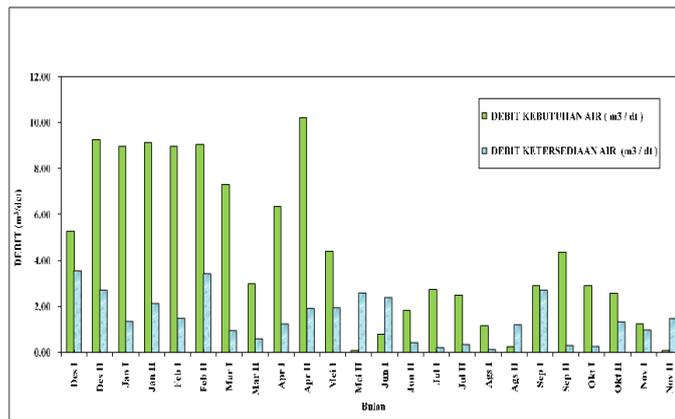


Gambar 3. Grafik Neraca Air (*Water Balance*) Rencana Pola Tanam I Berdasarkan Data Hujan Historis

Gambar 3. menunjukkan terjadinya surplus air pada bulan September I dan November II, sedangkan pada bulan lainnya terjadi defisit air.

Gambar 4. Menunjukkan pada bulan Desember sampai dengan bulan Februari terjadi surplus air, sedangkan pada bulan Maret sampai dengan November terjadi defisit air.

Untuk mengurangi defisit air yang terjadi di DAS Keduang maka rencana pola tanam berdasarkan data hujan prediksi dirubah menjadi padi-palawija (jagung)-palawija (jagung). Grafik neraca air (*water balance*) dengan pola tanam II dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Neraca Air (*Water Balance*) Rencana Pola Tanam II Berdasarkan Data Hujan Prediksi

Gambar 5. menunjukkan tidak adanya perubahan yang signifikan pada neraca air pertanian di DAS Keduang. Surplus air terjadi pada bulan Mei II, Juni I, Agustus II, dan November II, sedangkan pada bulan lainnya terjadi defisit air.

Dengan hasil demikian cara ini dapat diterapkan sebagai acuan pada penelitian selanjutnya di DAS lain, selain itu dapat dijadikan pembandingan dengan pola penelitian yang sama.

## SIMPULAN

Dari penelitian ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut : awal bulan basah terjadi pada bulan Desember dan debit ketersediaan air pada sawah tadah hujan didapat debit paling tinggi adalah pada bulan Desember 2 minggu pertama yaitu sebesar 3,57 m<sup>3</sup>/detik. Berdasarkan prediksi rencana pola tanam padi-padi-palawija dan grafik neraca air yang tersedia di DAS Keduang mengalami surplus pada bulan September I dan November II, sedangkan pada bulan lainnya terjadi defisit air. Serta berdasarkan prediksi rencana pola tanam II padi-palawija (jagung)-palawija (jagung) dan grafik neraca air yang tersedia di DAS Keduang mengalami surplus pada bulan Mei II, Juni I, Agustus II, dan November II, sedangkan pada bulan lainnya terjadi defisit air.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Saya ucapkan terimakasih kepada ibu Rintis Hadiani dan ibu Susilowati yang senantiasa membimbing saya hingga terselesainya penelitian ini.

## REFERENSI

- Adi Prasetya, Nugroho. 2012. *Analisis Kekeringan Daerah Aliran Sungai Keduang Dengan Menggunakan Metode Palmer*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Anonim, 2010. *Standar Perencanaan Irigasi. Kriteria Perencanaan KP-01*. Jakarta : Dirjen Pengairan. Departemen Pekerjaan Umum.
- Bambang, Triatmodjo. 2009. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Mock FJ. 1973. *Land Capability Appraisal Indonesia, Water Availability Appraisal*. Bogor. UNDP-FAO.
- Purbawa, I Gede A, I Nyoman G W, 2009. *Analisis Spasial Normal Ketersediaan Air Tanah Bulanan di Provinsi Bali*. Buletin Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Volume 5 no. 2 Juni 2009
- Rimaniar, Julindra. 2012. *Analisis Neraca Air Di DAS Keduang (Tugas Akhir)*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- Siang, J.J, 2005. *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrograman Menggunakan Matlab*. Yogyakarta : ANDI
- Suherman, 2009. *Penentuan Kebutuhan Air Irigasi Air Tanah Dalam Pada Berbagai Macam Pola Tanam Di DPS Krikilan Jawa Tengah, Saintoch*. Vol. 1. No. 6. Juni 2009
- Tronthwite, C. W. And J. R. Mather. 1957. *Instruction and Table For Computing Potential Evapotranspiration and The water Balance*, Publication in Climate Vol. X, No. 3 New York.