

PREDIKSI KEKERINGAN BERDASARKAN STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX (SPI) PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI KEDUANG DI KABUPATEN WONOGIRI

Dwi Utami¹⁾, Rr. Rintis Hadiani²⁾, Susilowati³⁾

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

^{2),3)} Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: dwiutami32@gmail.com

Abstract

Natural resources that are needed by humans is water. Presence of water on Earth is relatively fixed because water conducts rotation or commonly called the hydrologic cycle. Climate change has a major influence on the hydrological cycle changes, one of which is the occurrence of drought in some regions such as Watershed Keduang Wonogiri located in Central Java Province. The purpose of this study is (1) Knowing the drought method of Standardized Precipitation Index (SPI), (2) Knowing the sharpness of the drought index is based on the method, (3) Knowing rainfall and drought prediction data in 2012 – 2015. This research method using quantitative descriptive methods with techniques of data collection sources or agencies related to the data used in this study is secondary data. Stages of the research carried out by preparing the rainfall data in 2000 – 2011 and topographic maps. Result of rain areas using Thiessen polygon method. For rain simulation using artificial neural network (ANN) Backpropagation with the help of Matlab software. Drought index and drought indices acuity using Standardized Precipitation Index (SPI). The analysis and discussion using the SPI showed that in 2012 and in 2013 did not have a condition Very Dry due for 12 months from January to December for 2 years, only in June, July, and August are experiencing dry conditions with average drought index between -1.2944 to -1.4879 more other months experience Wet and Normal conditions. In the drought prediction Keduang DAS for 2014 to 2015 experienced very dry conditions in July with average drought index between -1.5039 to -1.5031, while dry conditions occurred in June and August with drought index -1.3032 to -1.3729. For the months of January and February to experience wet conditions, and in the month of March to May and September to December undergo Normal condition. For the prediction of drought in 2012 - 2015 experienced dry conditions with SPI drought index value between -1.0 to -1.49.

Keywords: Keduang DAS, Dryness, Methods Standardized Precipitation Index (SPI), Drought Index, Sharpness Drought Index.

Abstrak

Sumber daya alam yang sangat dibutuhkan oleh manusia adalah air. Keberadaan air di bumi ini relative tetap karena air melakukan perputaran atau biasa disebut siklus hidrologi. Perubahan iklim mempunyai pengaruh besar terhadap perubahan siklus hidrologi, salah satunya adalah terjadinya kekeringan di beberapa daerah seperti Daerah Aliran Sungai Keduang yang berada di Kabupaten Wonogiri Provinsi Jawa Tengah. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) Mengetahui indeks kekeringan dengan menggunakan metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) di DAS Keduang, (2) Mengetahui indeks ketajaman kekeringan berdasarkan metode SPI, (3) Mengetahui prediksi data hujan dan kekeringan pada tahun 2012 – 2015. Metode penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan teknik pengumpulan data dari sumber atau instansi terkait sehingga pada penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder. Tahapan penelitian yang dilaksanakan dengan mempersiapkan data curah hujan pada tahun 2000 – 2011 dan peta topografi. Hasil hujan wilayah menggunakan metode polygon *Thiessen*. Untuk hujan simulasi menggunakan metode jaringan syaraf tiruan (JST) *Backpropagation* dengan bantuan *software* Matlab. Indeks kekeringan dan indeks ketajaman kekeringan menggunakan metode *Standardized Precipitation Index* (SPI). Hasil analisis dan pembahasan dengan menggunakan metode SPI menunjukkan bahwa pada tahun 2012 dan tahun 2013 tidak mengalami kondisi Sangat Kering dikarenakan selama 12 bulan dari bulan Januari sampai Desember selama 2 tahun tersebut, hanya pada bulan Juni, Juli, dan Agustus saja yang mengalami kondisi Kering dengan indeks kekeringan rata-rata diantara -1.2944 sampai -1.4879. Selebihnya bulan-bulan lainnya mengalami kondisi Basah dan Normal. Pada prediksi kekeringan DAS Keduang untuk tahun 2014 sampai tahun 2015 mengalami kondisi Sangat Kering di bulan Juli dengan indeks kekeringan rata-rata diantara -1.5039 sampai -1.5031, sementara kondisi Kering terjadi pada bulan Juni dan Agustus dengan indeks kekeringan -1.3032 sampai -1.3729. Untuk bulan Januari dan Februari mengalami kondisi Basah, dan di bulan Maret – Mei serta September – Desember mengalami kondisi Normal. Untuk prediksi kekeringan pada tahun 2012 – 2015 mengalami kondisi kering dengan nilai indeks kekeringan SPI antara -1,0 sampai -1,49.

Kata Kunci: DAS Keduang, Kekeringan, Metode *Standardized Precipitation Index* (SPI), Indeks Kekeringan, Indeks Ketajaman Kekeringan.

PENDAHULUAN

Perubahan iklim dan cuaca yang tidak beraturan disebabkan oleh adanya pemanasan global yang dapat mempengaruhi lamanya waktu musim hujan dan musim kemarau tidak lagi seimbang, serta waktunya pun tidak dapat diprediksi secara tepat dan menyebabkan curah hujan di suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) tidak menentu. DAS Keduang merupakan bagian hulu DAS Bengawan Solo. Luas DAS Keduang adalah 420,982 km² terletak di Kecamatan Nguntoronadi, Wonogiri, Ngadirojo, Sidoharjo, Slogohimo, Jatipurno, Girimarto, Jatisrono, dan Jatiroto. Wilayah DAS Keduang sendiri cukup luas meliputi 83 desa/kelurahan yang tersebar di 9 Kecamatan.

Curah hujan sangat mempengaruhi besarnya jumlah debit air yang mengalir pada suatu sungai. Pada saat musim hujan jumlah ketersediaan air melimpah atau kadang menimbulkan banjir, sedangkan pada saat musim kemarau jumlah ketersediaan air kurang atau bahkan menyebabkan kekeringan (Rimaniar Juliandra, 2012). Hal ini membuktikan bahwa jumlah ketersediaan air di suatu DAS tidak seimbang. Untuk menjaga keseimbangan ketersediaan air di suatu DAS diperlukan adanya pola pengaturan terhadap pola pemanfaatan sumber daya air.

Dalam penelitian indeks kekeringan dan indeks ketajaman kekeringan ini yang digunakan adalah metode SPI, Metode ini merupakan model untuk mengukur kekurangan/defisit curah hujan pada berbagai periode berdasarkan kondisi normalnya. Kekeringan yang digunakan pada metode SPI adalah kekeringan meteorologis yang merupakan besaran curah hujan yang terjadi dibawah kondisi normal pada suatu musim. Perhitungan tingkat kekeringan merupakan indikasi pertama terjadinya kondisi kekeringan. Adi Prasetya, (2012) melakukan penelitian indeks kekeringan dengan menggunakan metode *Palmer* dengan data debit di DAS Keduang selama 20 tahun (1992-2011) untuk uji kepenggunaan data dan data 10 tahun (2002-2011) untuk analisis, yang menunjukkan bahwa indeks *Palmer* pada 2002 dan 2003 terjadi kekeringan dimana besaran indeks *Palmer* pada tahun 2002 berkisar antara -7,530 setara dengan amat sangat kering, sedangkan pada tahun 2003 berkisar antara -10,190 yang setara amat sangat kering sampai dengan 0,000 yang setara dengan kering. Berdasarkan data debit dan *Palmer* menunjukkan hasil yang tidak terlalu jauh dalam setiap bulannya atau setara dengan indeks kekeringan *Palmer* $\leq -4,00$ yang berarti amat sangat kering. Berdasarkan latar belakang diatas. Untuk mengetahui kondisi kekeringan maka perlu dilakukan prediksi kekeringan berdasarkan data curah hujan yang ada pada stasiun curah hujan di DAS Keduang Kabupaten Wonogiri – Jawa Tengah dengan metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) untuk tahun 2012 – 2015.

Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui indeks kekeringan berdasarkan *standardized precipitation index* (SPI) dan indeks ketajaman kekeringan berdasarkan SPI, serta untuk mengetahui prediksi data hujan dan kekeringan pada tahun 2012 – 2015 dalam menentukan kondisi DAS Keduang.

TINJAUAN PUSTAKA

Sumber daya air yang dimiliki Indonesia tidak menjamin melimpahnya ketersediaan air suatu wilayah karena perbedaan-perbedaan antara kualitas dan kuantitas air ataupun perbedaan antara permintaan dan persediaan air yang berbeda pada suatu wilayah. Variasi iklim serta kerentanan sistem sumber daya air terhadap perubahan iklim akan memperparah status krisis air yaitu dengan meningkatnya frekuensi banjir dan panjangnya kekeringan. Kekeringan merupakan suatu keadaan dimana curah hujan sangat kecil atau tidak terdapat curah hujan dalam jangka waktu yang lama dan lebih panjang dari musim kemarau. Kekeringan dapat menyebabkan berbagai kerugian bagi makhluk hidup khususnya manusia, seperti kekurangan air untuk berbagai keperluan, gagal panen pada daerah pertanian dan berkurangnya pendapatan masyarakat. Apabila kekeringan dapat diprediksi, maka bencana kekeringan dapat diantisipasi. Prediksi kekeringan dapat dilakukan berdasarkan pola hujan, iklim, maupun pola debit yang pernah terjadi (Hadiani, 2009).

Analisis Hujan Wilayah

Penelitian ini menggunakan metode poligon *Thiessen* karena metode ini selain memperhatikan tebal hujan dan jumlah stasiun, juga memperkirakan luas wilayah serta relief DAS Keduang, sehingga memberikan bobot tertentu bahwa setiap stasiun hujan yang dianggap mewakili hujan dalam suatu daerah dengan luas tertentu dan merupakan faktor koreksi bagi hujan di stasiun. Dimana metode ini memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya. Pada suatu luasan di dalam DAS dianggap bahwa hujan adalah sama dengan yang terjadi pada stasiun yang terdekat, sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili luasan tersebut. Metode ini digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata. (Bambang Triatmojo, 2009).

Rumus Poligon *Thiessen* dapat dilihat pada persamaan [1].

$$\bar{P} = \frac{A_1 P_1 + A_2 P_2 + \dots + A_n P_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots [1]$$

Dengan :

P : Hujan rerata kawasan

P₁, P₂,..., P_n : Hujan pada stasiun 1, 2, 3..., n

A₁, A₂,..., A_n : Luas daerah yang mewakili stasiun 1, 2, 3..., n

Simulasi Perhitungan Hujan

Pada penelitian ini perhitungan hujan akan dilakukan dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) sebagai model untuk mendapatkan hasil dari simulasi perhitungan hujan. Jaringan syaraf tiruan (JST) merupakan suatu struktur pemroses informasi yang terdistribusi dan bekerja secara paralel, yang terdiri atas elemen pemroses (yang memiliki memori lokal dan beroperasi dengan informasi lokal) yang diinterkoneksi bersama dengan alur sinyal searah yang disebut koneksi.

JST ditentukan oleh 3 hal (Siang, 2005) :

- 1.) Pola hubungan antar *neuron* (disebut arsitektur jaringan),
- 2.) Metode untuk menentukan bobot penghubung (disebut metode *training* atau *learning* atau algoritma),
- 3.) Fungsi aktivasi.

Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* adalah salah satu metode dari jaringan syaraf tiruan yang dapat diaplikasikan dengan baik dalam bidang peramalan (*forecasting*). *Backpropagation* melatih jaringan untuk mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan mengenali pola yang digunakan selama *training* serta kemampuan jaringan untuk memberikan respon yang benar terhadap pola masukan yang serupa namun tidak sama dengan pola yang dipakai selama pelatihan (Siang, 2005:119).

Ada 3 fase Pelatihan *Backpropagation* menurut Siang (2005:100-104) antara lain :

- 1.) Fase 1 Propagasi Maju
- 2.) Fase 2 Propagasi Mundur
- 3.) Fase 3 Perubahan Bobot

Standardized Precipitation Index (SPI)

Metode Indeks kekeringan SPI adalah indeks yang digunakan untuk menentukan penyimpangan curah hujan terhadap normalnya dalam satu periode yang panjang (bulanan, dua bulanan, tiga bulanan dan seterusnya). Dimana bila hujan yang turun mengecil akan mengakibatkan kandungan air dalam tanah dan debit aliran berkurang, menimbulkan SPI. Adapun cara mengklasifikasikan indeks kekeringan dengan cara SPI dapat dilihat pada persamaan [2].

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{\sigma_j} \dots\dots\dots [3]$$

Dimana Z_{ij} = Peubah Z, tahun ke I bulan ke j.

X_{ij} = hujan bulanan tahun ke 1 bulan ke j.

\bar{X}_j = hujan bulan j, rata-rata

σ_j = simpangan baku bulan j.

Dengan simpangan baku :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}} \dots\dots\dots [4]$$

Keterangan :

x = data curah hujan

\bar{x} = jumlah rata-rata curah hujan

n = Jumlah data

Indeks Ketajaman Kekeringan Berdasarkan SPI

Merupakan Analog ketajaman kekeringan berdasarkan ketajaman kekeringan menurut nilai SPI dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Analog Ketajaman Kekeringan Berdasarkan Nilai SPI

Nilai	Klasifikasi
2,00	Amat Sangat Basah
1,50 → 1,99	Sangat Basah
1,00 → 1,49	Basah
-0,99 → 0,99	Normal
-1,0 → -1,49	Kering
-1,5 → -1,99	Sangat kering
-2,0 → < -2,00	Amat sangat kering/Ekstrem kering

(Sumber :Andrej Ceglar, 2007).

METODE 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 kesimpulan. Lokasi penelitian di DAS Keduang. Data yang dibutuhkan berupa data curah hujan.

Penelitian yang pertama dilakukan adalah menghitung curah hujan harian menjadi curah hujan wilayah untuk *input* data dalam perhitungan prediksi hujan simulasi dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dengan metode *Backpropagation*. Selanjutnya melakukan perhitungan nilai SPI berdasarkan data prediksi hujan simulasi, untuk menentukan indeks ketajaman kekeringan berdasarkan SPI dan untuk menentukan prediksi kekeringan pada tahun 2012 – 2015.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini untuk menentukan hujan wilayah digunakan metode poligon *Thiessen*. Data curah hujan yang digunakan berupa data hujan harian selama 12 tahun dari tahun 2000 – 2011 yang berasal dari tiga stasiun hujan yaitu Ngadirojo (125f), Jatiroto (130c), dan Nguntoronadi.

Dengan menggunakan *tool* yang ada dalam program *AutoCAD* luasan masing-masing stasiun hujan dapat dihitung.

Perhitungan menunjukkan luas pengaruh hujan :

Stasiun hujan Ngadirojo = 103,676 km²

Stasiun hujan Jatiroto = 298,767 km²

Stasiun hujan Nguntoronadi = 18,540 km²

DAS Keduang = 420,982 km²

Untuk hasil perhitungan hujan wilayah bulanan selengkapanya dapat dilihat pada Tabel 2. Berikut :

Tabel 2. Curah Hujan Bulanan Wilayah DAS Keduang Tahun 2000 – 2011

Bulanan (mm)	Tahun											
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Jan	184,292	334,741	23,561	205,479	371,654	0	294,525	153,023	145,162	289,307	127,408	443,363
Feb	471,606	293,08	423,122	489,282	170,665	198,571	282,792	314,765	382,813	386,699	264,496	368,18
Mar	422,175	381,831	54,053	78,068	128,314	280,789	136,361	203,808	393,853	223,698	419,626	410,725
Apr	409,636	207,911	195,874	48,508	114,997	0	179,009	327,187	150,157	180,007	137,772	170,183
Mei	144,412	63,848	47,843	76,095	124,519	1,97	87,789	113,035	82,959	200,993	66,845	229,623
Jun	21,713	89,029	0	0	7,097	173,83	0	94,312	2,709	42,527	97,638	14,662
Jul	0	22,411	0	0	3,202	0	1,777	0	0	19,871	56,892	0
Ags	60,043	8,516	0	0	0	0	8,268	0	0	0	134,401	0
Sep	39,033	46,84	0	0	17,579	21,163	4,032	0	0	0,969	298,059	0
Okt	142,744	89,814	47,549	12,56	7,706	0	6,332	49,701	249,553	60,196	253,393	58,861
Nov	206,054	121,836	122,395	0	292,748	36,296	72,813	244,702	563,952	174,184	96,518	328,926
Des	170,672	144,323	359,868	196,92	0	376,973	344,978	772,737	121,729	148,999	610,637	293,126

Analisis Prediksi Curah Hujan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dengan Metode *Backpropagation*

Memprediksi curah hujan adalah suatu kegiatan memprakirakan curah hujan dimasa datang dengan mengacu pada data-data curah hujan terdahulu. Dalam hal ini perlu dilakukan analisis data yang dibutuhkan guna memprediksi curah hujan, dan analisis sistem yang akan digunakan untuk memprediksi curah hujan dimasa datang. Tahapan-tahapan dalam prediksi curah hujan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perancangan Jaringan *Backpropagation* dengan Matlab

Pada penelitian ini untuk perancangan jaringan syaraf tiruan dan variabel-variabelnya berdasarkan penelitian Hadiani (2012), selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran Matlab.

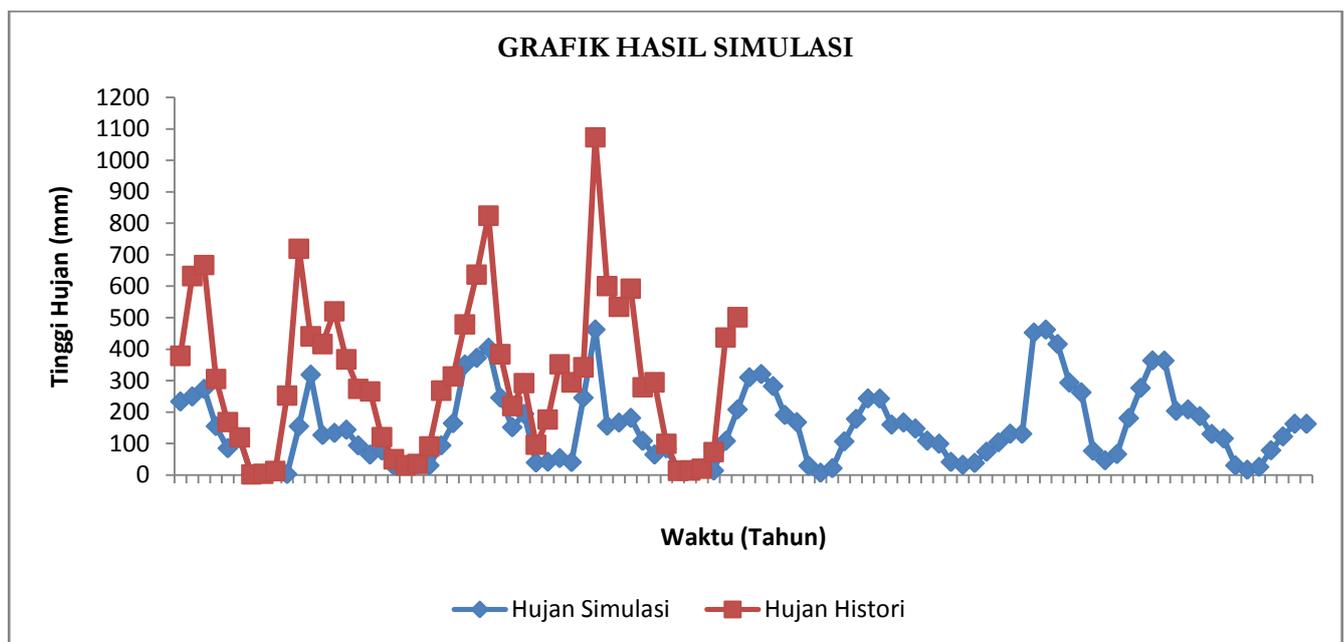
2. Input Data dan Penentuan Pola

Data yang digunakan untuk prediksi pada penelitian ini yaitu data curah hujan bulanan selama 12 tahun (2000-2011). Total data adalah 144 yang akan dibagi 3 yaitu $\frac{1}{3}$ input *training* (tahun 2000-2003), $\frac{1}{3}$ target *training* (tahun 2004-2007), $\frac{1}{3}$ observasi (tahun 2008-2011).

3. Pelatihan Jaringan

Data disimpan dalam format .xls yang diberi nama Keduang .xls, kemudian data tersebut akan disimpan dalam matriks A yang berukuran $m \times n$. Dengan m adalah jumlah baris data dan n adalah jumlah kolom data. Untuk data pelatihan jumlah baris data adalah 12 dan jumlah kolom data adalah 12, sehingga matriks input berukuran 12×12 .

Hasil perhitungan prediksi curah hujan menggunakan jaringan syaraf tiruan dengan metode *Backpropagation* dengan waktu tahunan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Simulasi dalam Waktu Tahunan

Perhitungan Indeks Kekeringan dan Ketajaman Kekeringan dengan Metode SPI

Pada penelitian ini untuk menghitung indeks kekeringan digunakan metode SPI. Data yang dibutuhkan adalah data curah hujan bulanan hasil simulasi tahun 2012 sampai dengan tahun 2015 DAS Keduang. Kriteria perhitungan dan asumsi metode simulasi ini diambil contoh perhitungan pada tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Perhitungan SPI dan Indeks Ketajaman Kekeringan pada Tahun 2014

Bulan	Tahun 2014	Nilai SPI (mm/bulan)	Kriteria Kekeringan
Januari	452,1709	1,20823	Basah
Februari	461,5507	1,27087	Basah
Maret	415,6227	0,96417	Normal
April	292,9443	0,14497	Normal
Mei	262,0546	-0,0613	Normal
Juni	76,0705	-1,3032	Kering
Juli	46,0264	-1,5039	Sangat kering
Agustus	65,5629	-1,3734	Kering
September	180,2444	-0,6076	Normal
Oktober	276,1711	0,03297	Normal
November	363,4043	0,61548	Normal
Desember	362,9861	0,61269	Normal
XRata-rata	271,2341		
SD	149,7536		

SIMPULAN

Hasil prediksi indeks ketajaman kekeringan DAS Keduang dengan metode SPI pada tahun 2012 sampai tahun 2015 adalah sebagai berikut :

Pada tahun 2012 dan tahun 2013 tidak mengalami kondisi Sangat Kering dikarenakan selama 12 bulan dari bulan Januari sampai Desember selama 2 tahun tersebut, hanya pada bulan Juni, Juli, dan Agustus saja yang mengalami kondisi Kering dengan indeks kekeringan rata-rata diantara -1.29442 sampai -1.48793 Selebihnya bulan-bulan lainnya mengalami kondisi Basah dan Normal.

Untuk tahun 2014 sampai tahun 2015 indeks ketajaman kekeringan pada DAS Keduang mengalami kondisi Sangat Kering di bulan Juli dengan indeks kekeringan rata-rata diantara -1.5039 sampai -1.5031. Sedangkan kondisi Kering terjadi pada bulan Juni dan Agustus dengan indeks kekeringan -1.3032 sampai -1.3729. Untuk bulan Januari dan Februari mengalami kondisi Basah, dan di bulan Maret - Mei serta September – Desember mengalami kondisi Normal. Untuk prediksi kekeringan pada tahun 2012 – 2015 nilai indeks kekeringan SPI antara -1,0 sampai -1,49 yang merupakan terjadi kondisi kekeringan.

TERIMAKASIH

Saya ucapkan terimakasih kepada ibu Dr. Ir. Rr. Rintis Hadiani dan ibu Ir. Susilowati, MSi yang senantiasa membimbing saya hingga terselesainya penelitian ini.

REFERENSI

- Adi Prasetya, Nugroho. 2012. *Analisis Kekeringan Daerah Aliran Sungai Keduang Dengan Menggunakan Metode Palmer* (Skripsi). Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
http://www.dmcsee.org/uploads/file/70_drought_indices_a_ceglar.pdf
- Bambang Triatmodjo, 2009. *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Ceglar, Andrej. 2007. *Drought Indices. Standardized Precipitation Index*, Biotechnical faculty, University of Ljubljana.
- Hadiani, Rr. Rintis, 2009. *Analisis Kekeringan Berdasarkan Data Hidrologi*.
 Disertasi, UNIBRAW. Malang.
- Hadiani, Rr. Rintis. Saido, Agus. Setiono. Susilowati. 2011. *Decision Support System Untuk Analisis Banjir Dan Kekeringan*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Rimaniar, Julindra. 2012. *Analisis Neraca Air Di DAS Keduang* (Tugas Akhir). Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Siang, J.J, 2005, *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrograman Menggunakan Matlab*, ANDI, Yogyakarta.