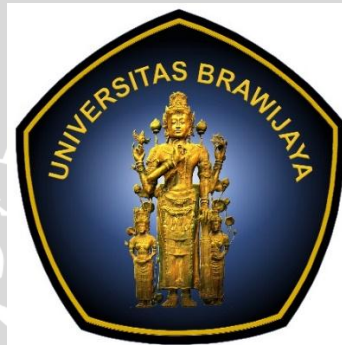


**PENERAPAN METODE *STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX* (SPI)
UNTUK ANALISA KEKERINGAN DI DAS NGASINAN
KABUPATEN TRENGGALEK**

**JURNAL
TEKNIK PENGAIRAN
KONSENTRASI PEMANFAATAN DAN PENDAYAGUNAAN
SUMBER DAYA AIR**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**INDI ANIN ANDIKA
NIM. 125060400111001**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2016

repository.ub.ac.id

**PENERAPAN METODE *STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX* (SPI)
UNTUK ANALISA KEKERINGAN DI DAS NGASINAN
KABUPATEN TRENGGALEK**

Indi Anin Andika¹, Donny Harisuseno², Ery Suhartanto²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

²Dosen Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Email: indianin90@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu masalah bidang keairan yang krusial adalah kekeringan. Melihat dampaknya yang cukup besar, maka perlu adanya studi kekeringan guna mengantisipasi kekeringan dimasa mendatang. Metode yang digunakan adalah Metode *Standardized Precipitation Index* (SPI). Metode ini dapat mengukur kekurangan curah hujan pada berbagai periode berdasarkan kondisi normalnya. Perhitungan nilai SPI berdasarkan jumlah sebaran *gamma* yang didefinisikan sebagai fungsi frekuensi atau peluang kejadian. Hasil dari perhitungan nilai indeks diolah untuk menjadi peta sebaran kekeringan dengan menggunakan bantuan *software GIS*. Hasil dari studi kali ini menunjukkan pada SPI defisit 1 bulan, nilai indeks kekeringan tertinggi sebesar -3,618 (November 2006), defisit 3 bulan sebesar -5,172 (Februari 2014), defisit 6 bulan sebesar -4 (Juni 2007), defisit 12 bulan sebesar -4,806 (Januari 2008). Pada defisit 1 bulan kekeringan terparah terjadi pada bulan April 1987, bulan Maret 1997, dan bulan Maret 2009. Kesesuaian indeks kekeringan dengan debit cukup bagus dengan rata-rata kesesuaian 52% dan kesesuaian El Nino mempunyai rata-rata kesesuaian 54%.

Kata Kunci: Indeks Kekeringan, *Standardized Precipitation Index*, Debit, El Nino, Peta Sebaran Kekeringan.

ABSTRACT

Drought is one of crucial issue in water resource problem. Since it's impact is huge enough, it is necessary to study the drought in order to anticipate the future drought. The method used was *Standardized Precipitation Index* (SPI). This method can measure the shortage of rainfall at various periods based on normal conditions. SPI value was calculated based on the number of gamma distribution and defined as a function of frequency or events probability. The result of index value calculation processed into a spatial map of drought using *ArcGis software*. The study results indicate a 1-month SPI deficit, the highest drought index value is -3.618 (November 2006), 3-months deficit amounted to -5.172 (February 2014), 6-months deficit amounted to -4 (June 2007), and 12-months deficit amounted to -4.806 (January 2008). At 1-month deficit, the worst drought occurred on April 1987, March 1997 and March 2009. Suitability between drought index and discharge was quite good with 36% average suitability and El-Nino compatibility had 54% average suitability.

Keywords: Drought Index, *Standardized Precipitation Index*, Discharge, El Nino, Drought Spatial map.

PENDAHULUAN

Banyak cara yang dilakukan oleh manusia untuk menyeimbangkan dan mempertahankan jumlah air yang ada di bumi agar dapat dimanfaatkan secara maksimal. Misalnya untuk menanggulangi permasalahan banjir maka dibangun

bendungan yang mampu menampung volume air yang melimpah pada saat musim hujan sehingga air dapat dimanfaatkan sepanjang tahun (Irfan Fery et al, 2013:1). Masalah yang tidak kalah penting adalah kekeringan. Kekeringan sulit untuk dideteksi dan dipantau karena kompleksitas

yang ada pada alam (Turkes et al, 2009:1). Pada dasarnya kekeringan merupakan fenomena alam yang umum terjadi sesuai dengan siklus iklim pada suatu wilayah yang terkait dengan daur hidrologi. Kekeringan dianggap sebagai sebuah bahaya yang diakibatkan oleh alam dimana terjadi suatu kekurangan curah hujan dari yang diharapkan turun (Utami, 2013:2).

Kabupaten Trenggalek adalah salah satu wilayah di Jawa Timur yang menjadi langganan terjadinya kekeringan. Menurut informasi dari Kepala Pelaksana Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) pada tahun 2015 terdapat 39 desa, yang mengalami kekeringan.

Dengan adanya fenomena kekeringan yang terjadi secara rutin maka perlu diadakan analisa kekeringan guna mengetahui tingkat kekeringan masing-masing daerah di Kabupaten Trenggalek. Dalam penelitian indeks kekeringan yang digunakan adalah metode SPI, penyebaran

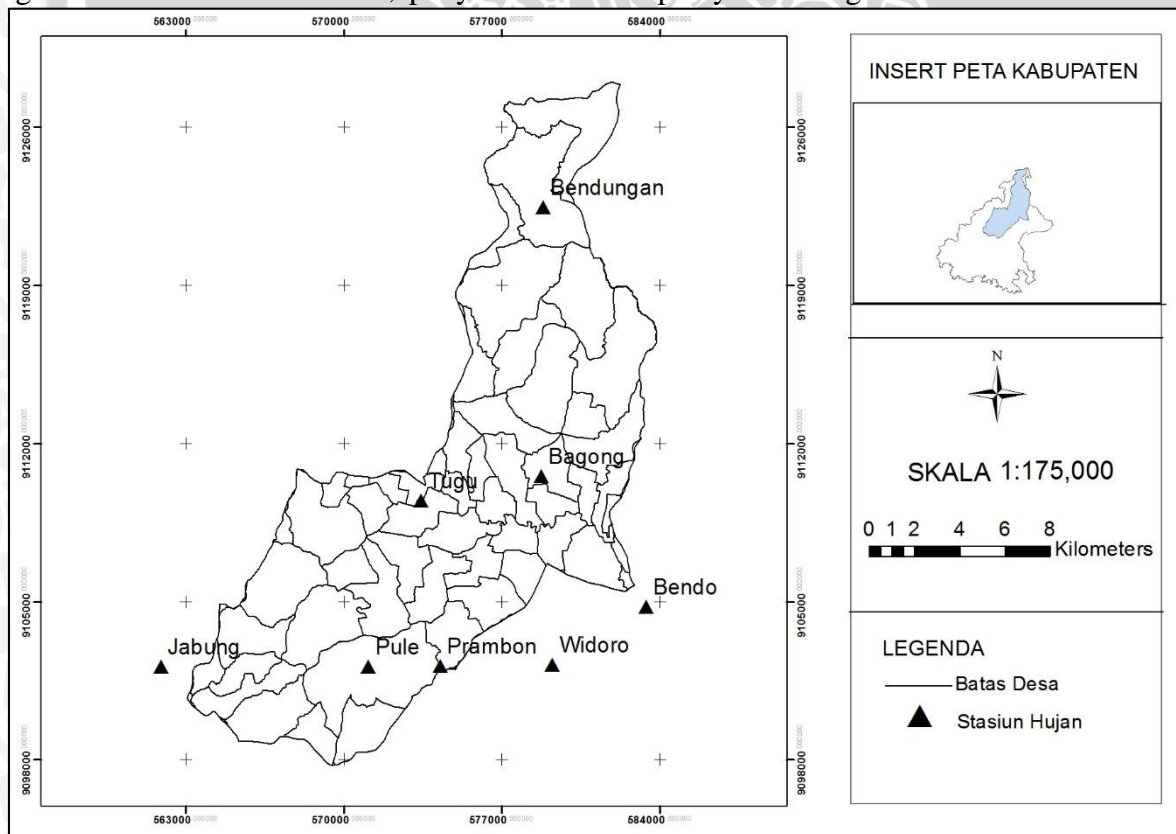
kekeringan dengan *Arc-GIS*, serta kesesuaian dengan data lapangan (El-Nino dan debit)

Diharapkan informasi yang diperoleh dari analisa tersebut dapat bermanfaat bagi masyarakat dan dinas yang bersangkutan dalam upaya pencegahan maupun penanggulangan kekeringan di Kabupaten Trenggalek.

METODE PENELITIAN

❖ Lokasi Penelitian

Lokasi studi kekeringan dilakukan di DAS Ngasinan di Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur. Secara Geografis Kabupaten Trenggalek berada diantara koordinat 111°24' - 112°11' bujur timur dan 7°53' - 8°34' lintang selatan. Terdapat 8 stasiun hujan yang digunakan sebagai sumber data penelitian (Bagong, Bendungan, Bendo, Widoro, Pule, Prambon, Tugu, dan Jabung). **Gambar 1** merupakan peta lokasi studi yakni di Kabupaten Trenggalek lebih tepatnya DAS Ngasinan.



Gambar 1. Peta Batas DAS Ngasinan

❖ Tahapan Penyelesaian Studi

Dalam tahap pengerjaan dilakukan analisa hidrologi data hujan (Uji konsistensi, Uji F, Uji T, Uji Persistensi, dan Uji Korelasi). Dilanjutkan perhitungan *Standardized Precipitation Index* (SPI), pembuatan peta sebaran kekeringan dan perbandingan tingkat kesesuaian hasil perhitungan dengan data lapangan. Tahapan penyelesaian studi:

1. Pengolahan data hujan dengan Uji konsistensi, Uji ketiadaan *trend*, Uji stasioner, dan Uji persistensi.
2. Perhitungan data hujan menjadi indeks kekeringan dengan metode SPI
3. Pembuatan peta sebaran kekeringan dari nilai indeks kekeringan, lokasi stasiun
4. Perhitungan kesesuaian antara hasil indeks SPI dan data lapangan (data debit dan kejadian El-Nino)

❖ Metode *Standardized Precipitation Index* (SPI)

Metode *Standart Precipitation Index* (SPI) adalah metode yang dikembangkan oleh McKee et al tahun 1993. Metode ini merupakan model untuk mengukur kekurangan/*deficit* curah hujan pada berbagai periode berdasarkan kondisi normal. Perhitungan nilai SPI berdasarkan jumlah sebaran gamma yang didefinisikan sebagai fungsi frekuensi atau peluang kejadian sebagai berikut :

$$G(x) = \int_0^x g(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \int_0^x t^{\alpha-1} e^{-x/\beta} dx$$

Nilai α dan β diestimasi untuk setiap stasiun hujan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\alpha = \frac{1}{4A} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right)$$

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n}$$

atau

$$\alpha = \alpha = \frac{\bar{x}^2}{s^2}$$

$$\beta = \frac{\bar{x}}{\alpha}$$

untuk $x = 0$ maka nilai $G(x)$ menjadi:

$$H(x) = q + (1 - q) \cdot G(x)$$

dengan $q =$ jumlah kejadian hujan

$$= 0 (m) : \text{jumlah data } (n)$$

Nilai SPI merupakan transformasi dari distribusi gamma ($G(x)$) menjadi *standart* normal dengan rata - rata 0 (nol) dan perbedaan 1.

$$Z = SPI = - \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right)$$

untuk $0 < H(x) \leq 0,5$

$$Z = SPI = + \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right)$$

untuk $0,5 < H(x) \leq 1,0$

dengan:

$$t = \sqrt{\ln \left(\frac{1}{(H(x))^2} \right)} \text{ untuk } 0 < H(x) \leq 0,$$

$$t = \sqrt{\ln \left(\frac{1}{(1,0 - H(x))^2} \right)}$$

untuk $0,5 < H(x) \leq 1,0$

Dengan nilai koefisien dari Mc.Kee sebagai berikut:

$$c_0 = 2,515517 \quad d_1 = 1,432788$$

$$c_1 = 0,802853 \quad d_2 = 0,189269$$

$$c_2 = 0,010328 \quad d_3 = 0,001308$$

Tabel 1. Klasifikasi Kekeringan SPI

Klasifikasi	Nilai SPI
Amat sangat basah	> 2,00
Sangat basah	1,50 - 1,99
Cukup Basah	1,00 - 1,49
Mendekati Normal	(- 0,99) - 0,99
Cukup Kering	(-1,00) - (-1,49)
Sangat kering	(-1,50) - (-1,99)
Amat sangat kering	< (-2,00)

Sumber: *Mc Kee (1993)*

Metode SPI dapat menghitung tingkat kekeringan dengan beragam periode, seperti 1, 3, 6, dan 12 bulanan tergantung peruntukan hasil perhitungannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

❖ Analisa Hidrologi

- Uji Konsistensi Data

Dari keseluruhan grafik Stasiun Hujan yang dihasilkan oleh lengkung massa ganda tidak terdapat kemiringan yang berarti, sehingga dapat disimpulkan data dari keseluruhan Stasiun Hujan adalah konsisten.

- **Uji Statistika Data**

1. Uji Ketiadaan *Trend*

Dari uji ketiadaan *trend* yang telah dilakukan telah diketahui bahwa dari 8 Stasiun Hujan tidak terdapat *trend*.

2. Uji Stasioner

Uji Stasioner terdiri dari 2 uji. Yakni Uji F dan Uji T. Dari Uji F dan Uji T yang telah dilakukan didapatkan hasil nilai varian dan nilai rata-rata pada 8 Stasiun Hujan stabil atau homogen, sehingga data deret berkala tersebut dianggap stasioner.

3. Uji Persistensi

Uji Persistensi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah nilai dalam deret berkala tersebut saling ketergantungan. Dari Uji persistensi yang telah disimpulkan diketahui bahwa data deret berkala dari 8 Stasiun Hujan tersebut tidak saling ketergantungan.

❖ **Analisis Kekeringan Metode SPI**

Besaran indeks kekeringan dengan metode *Standardized Precipitation Indeks* (SPI) dari 8 stasiun hujan di DAS Ngasinan menunjukkan hasil indeks yang berbeda-beda pada masing-masing periode defisit 1 bulan, 3 bulan, 6 bulan dan 12 bulan. Pada SPI periode defisit 1 bulan, nilai indeks kekeringan tertinggi sebesar -3,618 yang terjadi bulan November tahun 2006. Pada SPI periode defisit 3 bulan, nilai indeks kekeringan tertinggi sebesar -5,172 yang terjadi bulan Februari tahun 2014. Pada SPI periode defisit 6 bulan, nilai indeks kekeringan tertinggi sebesar -4.702 yang terjadi bulan Juni tahun 2007. Pada SPI periode defisit 12 bulan, nilai indeks kekeringan tertinggi sebesar -4,806 yang terjadi bulan Januari tahun 2008.

Tabel 2. Rekapitulasi Indeks Kekeringan Terbesar dalam Berbagai Periode

Periode (bulanan)	Indeks Kekeringan Terbesar
1	-3,618
3	-5,172
6	-4.702
12	-4,806

Tabel 2 menunjukkan rekapitulasi nilai indeks terbesar pada setiap periode perhitungan. Dari hasil rekapitulasi tersebut didapatkan kesimpulan bahwa indeks terbesar terjadi pada periode 3 bulanan sebesar -5,172.

Nilai indeks pada dasarnya diperoleh dari perbandingan curah hujan pada bulan yang diuji dengan bulan yang sama pada tahun yang berbeda. Sehingga perhitungan jumlah curah hujan secara kumulatif akan sangat mempengaruhi hasil perhitungan indeks. Hal itulah yang menyebabkan perbedaan hasil indeks, karena perhitungan curah hujan kumulatif pada masing-masing periode untuk SPI berbeda.

❖ **Analisa Peta Sebaran Kekeringan**

Peta sebaran dibuat dari data indeks kekeringan, peta DAS Ngasinan dan peta lokasi stasiun hujan. Pembuatan peta sebaran kekeringan dibantu dengan *software Arc.GIS*, lebih tepatnya menggunakan metode *Inverse Distance Weight* (IDW). Analisa dilakukan guna mengetahui bulan dan tahun mana saja yang mengalami kekeringan terparah selama waktu pengamatan 28 tahun. Analisa peta sebaran kekeringan dilakukan pada seluruh periode defisit 1 bulanan hingga 12 bulanan.

Dari analisa peta sebaran kekeringan didapatkan kesimpulan bahwa pada periode defisit 1 bulan kekeringan terparah terjadi pada bulan April tahun 1987, bulan Maret 1997, dan bulan Maret 2009. **Gambar 2** menunjukkan peta sebaran kekeringan terparah periode 1 bulanan yang terjadi pada bulan April tahun 1987, terlihat bahwa DAS Ngasinan mayoritas mengalami status amat sangat kering dan sebagian kecil lainnya mengalami status sangat kering.

Pada periode defisit 3 bulan kekeringan terparah terjadi pada bulan Juni 1987, bulan Juli 1994, bulan Juni 1996, bulan Desember 2002, dan bulan November 2006. **Gambar 3** menunjukkan peta sebaran kekeringan

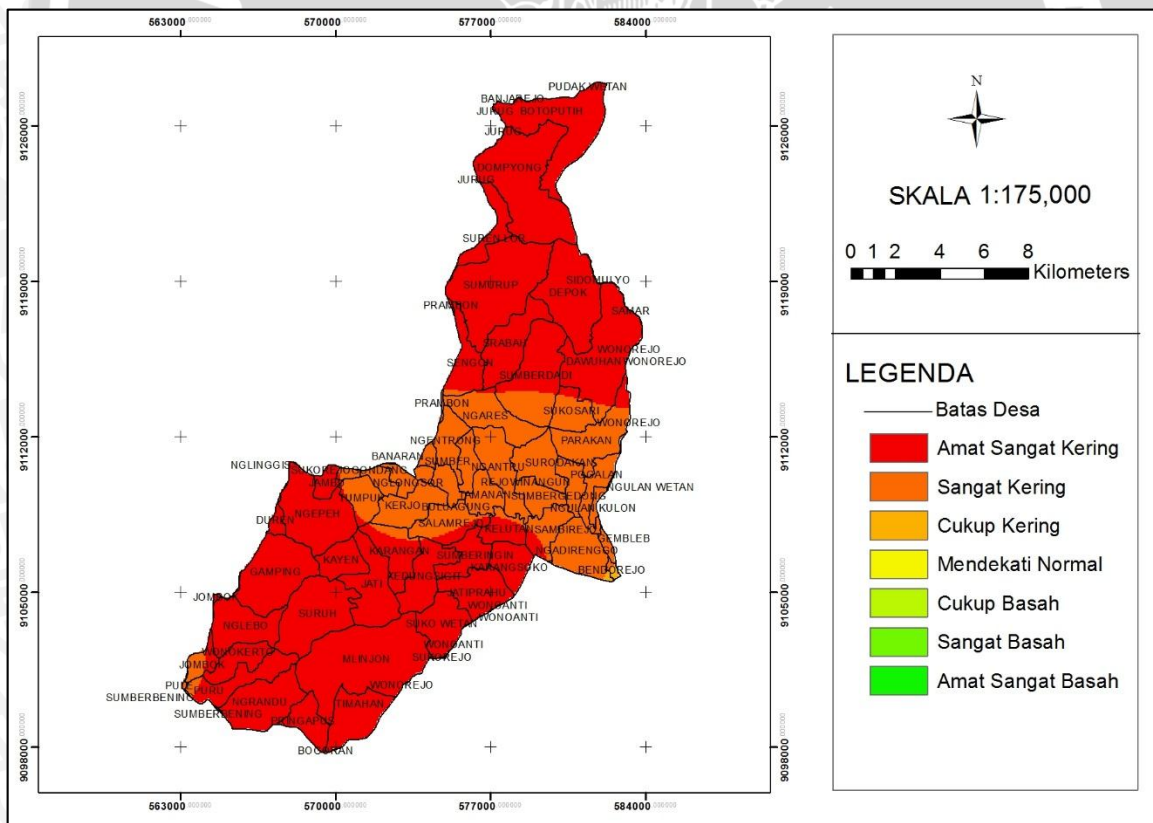
terparah periode 3 bulanan yang terjadi pada bulan Juni tahun 1996, terlihat bahwa DAS Ngasinan mayoritas mengalami status amat sangat kering dan sebagian kecil lainnya mengalami status sangat kering dan cukup kering.

Pada periode defisit 6 bulan kekeringan terparah terjadi pada bulan Agustus tahun 1997, bulan November 2002, dan bulan November 2006. **Gambar 4** menunjukkan peta sebaran kekeringan terparah periode 6 bulanan yang terjadi pada bulan November tahun 2002, terlihat bahwa DAS Ngasinan mayoritas mengalami status amat sangat kering dan sebagian kecil lainnya mengalami status sangat kering dan cukup kering.

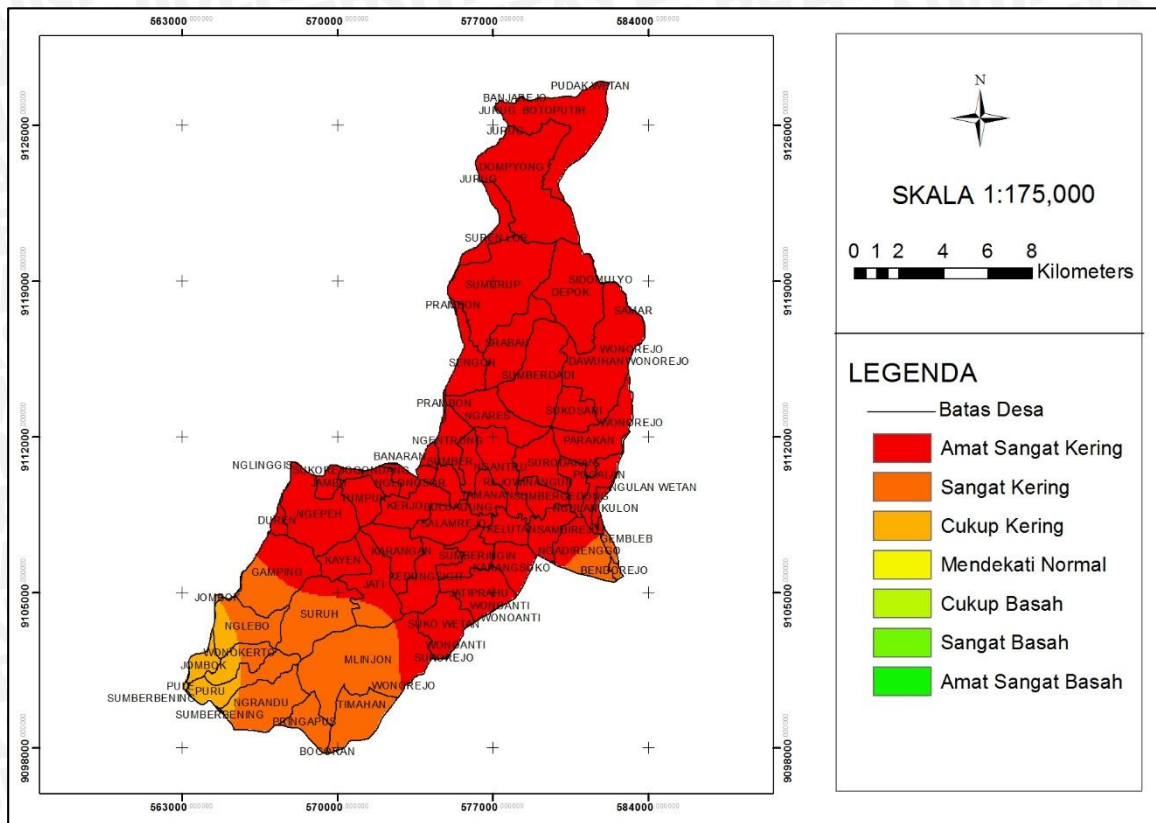
Pada periode defisit 12 bulan kekeringan terparah terjadi pada bulan

Desember tahun 1997 dan bulan Februari 1998. **Gambar 5** menunjukkan peta sebaran kekeringan terparah periode 12 bulanan yang terjadi pada bulan April tahun 1987, terlihat bahwa DAS Ngasinan mayoritas mengalami status amat sangat kering dan sebagian kecil lainnya mengalami status sangat kering.

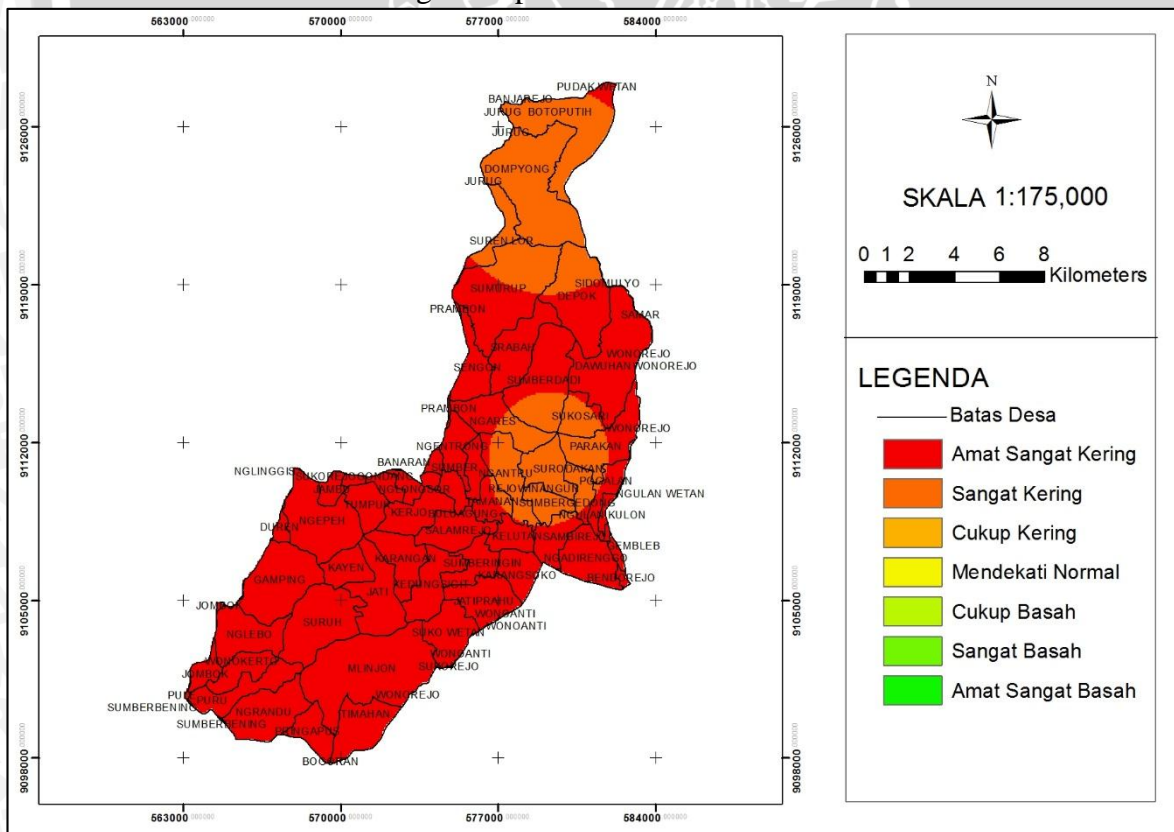
Selain melakukan analisa peta sebaran kekeringan, juga dilakukan analisis desa dengan kekeringan terparah (desa paling sering mengalami kekeringan). Berdasarkan hasil analisa peta sebaran kekeringan desa yang paling sering mengalami kekeringan adalah Desa Mlinjon sebanyak 13 kali kejadian kekeringan selama kurun waktu 28 tahun pengamatan.



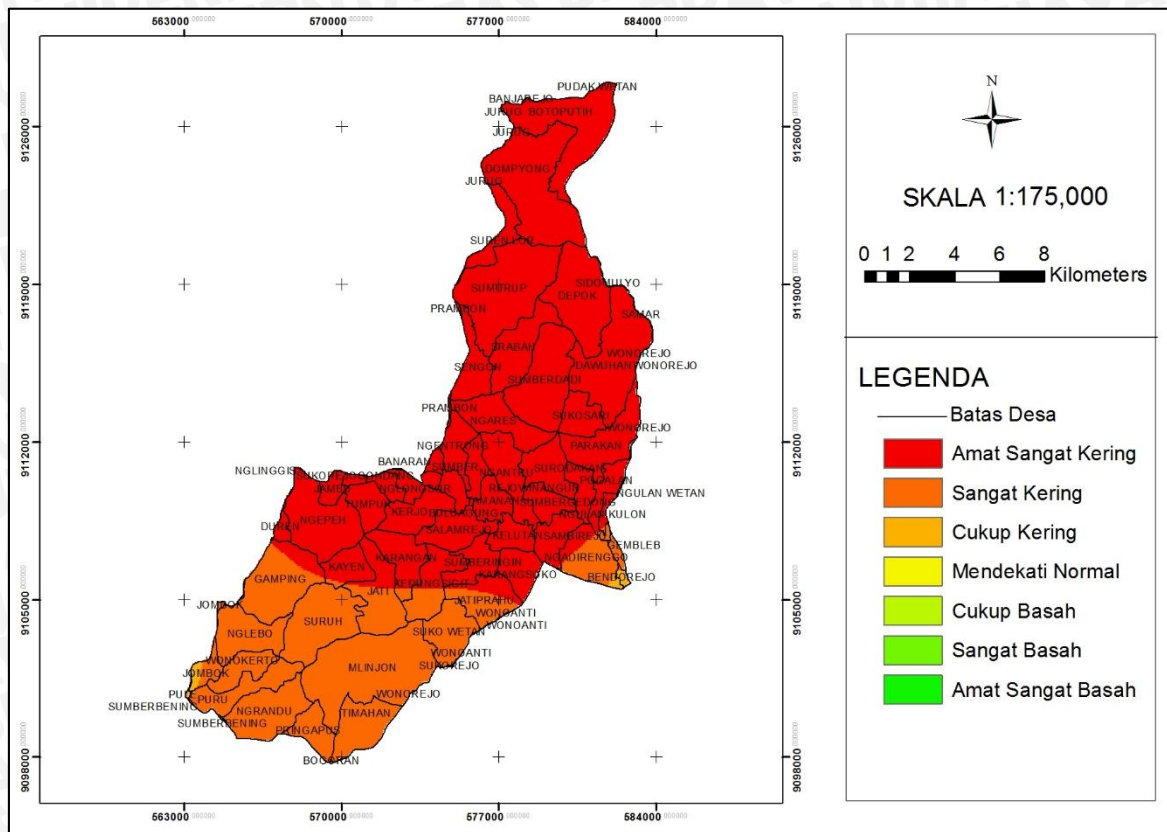
Gambar 2. Kekeringan Terparah April Tahun 1987 Periode 1 Bulan



Gambar 3. Kekeringan Terparah Juni Tahun 1996 Periode 3 Bulan



Gambar 4. Kekeringan Terparah November Tahun 2002 Periode 6 Bulan



Gambar 5. Kekeringan Terparah April Tahun 1987 Periode 12 Bulan

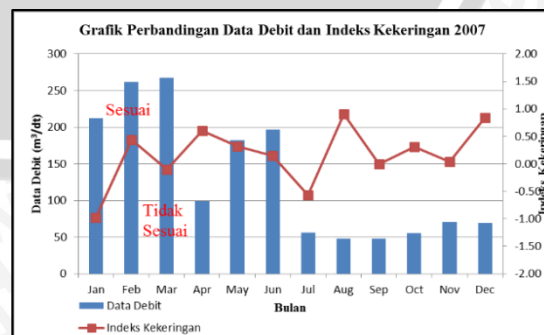
❖ **Perbandingan Hasil Analisa Kekeringan Terhadap Debit**

Tingkat akurasi hasil perhitungan dinilai dengan melakukan perbandingan kesesuaian antara nilai indeks dan data debit. Perbandingan dilakukan dengan melihat kesesuaian *trend* naik turunnya nilai indeks dan debit sungai. Perbandingan hasil indeks kekeringan dan debit sungai hanya dapat dilakukan pada Stasiun Hujan Bagong, hal ini dikarenakan keterbatasan data yang diperoleh. Data debit yang tersedia di Dinas PU Pengairan Provinsi Jawa Timur hanya pada Sungai Bagong (tahun 2007-2014), sedangkan stasiun hujan yang memiliki kedekatan dengan sungai tersebut adalah Stasiun Hujan Bagong.

Sebagai contoh dari **Gambar 6** pada tahun 2007 bulan Januari ke bulan Februari debit sungai mengalami kenaikan begitu pula nilai indeksnya maka dapat disimpulkan bahwa dari bulan Januari ke

bulan Februari antara debit sungai dan indeks memiliki kesesuaian. Sedangkan pada bulan Februari ke Maret debit sungai mengalami kenaikan dan nilai indeks mengalami penurunan sehingga antara debit sungai dan indeks kekeringan bulan Februari ke Maret tidak memiliki kesesuaian.

Tahap selanjutnya melakukan perhitungan prosentase kesesuaian dengan cara membandingkan jumlah antara kesesuaian dengan total perbandingan



Gambar 6. Grafik Perbandingan Indeks dan Debit Tahun 2007 Stasiun Hujan Bagong



Tabel 3. Prosentase Kesesuaian Debit dan Indeks

Tahun	Banyaknya Kesesuaian	Prosentase Kesesuaian %
2007	4	36.36
2008	7	63.64
2009	4	36.36
2010	9	81.82
2011	4	36.36
2012	3	60

Dari **Tabel 3** prosentase kesesuaian terendah sebesar 36,36% (Tahun 2007, 2009, dan 2011). Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti proses pengelolaan debit cukup panjang, dimana semestinya terdapat beberapa tahap yang harus dilakukan untuk dapat menghasilkan debit yang akurat. Selain itu tidak akuratnya alat pengamatan atau kesalahan petugas pengukur (*human error*) juga dapat menjadi alasan tidak sesuai hasil perbandingan antara debit sungai dan indeks kekeringan.

❖ Perbandingan Hasil Analisa Kekeringan Terhadap Data El-Nino

El-Nino adalah gejala penyimpangan kondisi laut yang ditandai meningkatnya suhu permukaan laut. Kekeringan biasa dikaitkan dengan fenomena El Nino, hal ini dikarenakan panas yang dibawa oleh fenomena El Nino akan mengakibatkan kekeringan yang terjadi pada wilayah Indonesia. Cara melakukan perbandingan yakni dengan melihat tingkat kesesuaian (kecocokan) antara status kekeringan SPI dan status kekeringan El-Nino. Perbandingan tersebut dilakukan pada seluruh stasiun hujan sehingga didapatkan prosentase kesesuaian untuk tiap-tiap stasiun hujan.

Tabel 4 menunjukkan rata-rata kesesuaian yang didapatkan adalah 54%. Rerata tersebut tergolong cukup rendah, hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti terdapat lokasi Stasiun Hujan di dataran tinggi, sehingga daerah tersebut mendapat cukup banyak curah hujan dan kekeringan hampir cukup jarang terjadi didaerah tersebut selain itu kemungkinan lain adalah kurang

akuratnya data hujan yang diperoleh sebagai sumber perhitungan.

Tabel 4. Rekapitulasi Prosentase Kesesuaian Indeks Dan Kejadian El-Nino

Stasiun Hujan	Kesesuaian (%)
Bagong	54
Bendungan	43
Prambon	54
Pule	61
Bendo	54
Widoro	54
Tugu	54
Jabung	57
Rerata	54

KESIMPULAN DAN SARAN

❖ Kesimpulan

1. Besaran indeks kekeringan dengan metode *Standardized Precipitation Indeks* (SPI) dari 8 stasiun hujan di DAS Ngasinan menunjukkan hasil indeks yang berbeda-beda pada masing-masing periode defisit 1 bulan, 3 bulan, 6 bulan dan 12 bulan. Pada SPI periode defisit 1 bulan, nilai indeks kekeringan tertinggi sebesar -3,618 yang terjadi bulan November tahun 2006. Pada SPI periode defisit 3 bulan, nilai indeks kekeringan tertinggi sebesar -5,172 yang terjadi bulan Februari tahun 2014. Pada SPI periode defisit 6 bulan, nilai indeks kekeringan tertinggi sebesar -4.702 yang terjadi bulan Juni tahun 2007. Pada SPI periode defisit 12 bulan, nilai indeks kekeringan tertinggi sebesar -4,806 yang terjadi bulan Januari tahun 2008.
2. Dari hasil sebaran kekeringan selama 28 tahun pengamatan didapatkan kesimpulan bahwa:
 - Pada periode defisit 1 bulan kekeringan terparah terjadi pada bulan April tahun 1987, bulan Maret 1997, dan bulan Maret 2009. Pada periode defisit 3 bulan kekeringan terparah terjadi pada bulan Juni 1987, bulan Juli 1994, bulan Juni 1996, bulan Desember 2002, dan

bulan November 2006. Pada periode defisit 6 bulan kekeringan terparah terjadi pada bulan Agustus tahun 1997, bulan November 2002, dan bulan November 2006. Pada periode defisit 12 bulan kekeringan terparah terjadi pada bulan Desember tahun 1997 dan bulan Februari 1998.

- Pada periode defisit 1 bulan kekeringan terparah terjadi pada desa Mlinjon dengan 13 kali kejadian kekeringan selama 28 tahun.
- 3. Perbandingan antara hasil kekeringan dengan metode *Standardized Precipitation Indeks* (SPI) terhadap besarnya debit di Sungai Bagong mengindikasikan adanya kesesuaian, namun terdapat beberapa tahun pengamatan yang memiliki prosesntase kesesuaian yang tergolong rendah yakni 36%.
- 4. Perbandingan antara hasil kekeringan dengan metode *Standardized Precipitation Indeks* (SPI) terhadap kejadian El-Nino mengindikasikan adanya kesesuaian, namun kesesuaian yang didapat hanya sebesar 54%.

❖ Saran

1. Bagi Dinas terkait baik pada penyediaan data sumber perhitungan maupun data lapangan sebagai pembanding diharapkan untuk adanya kelengkapan serta keakuratan data, karena hal ini merupakan faktor terpenting dalam sebuah studi analisa.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan metode yang berbeda sebagai pembanding hasil kekeringan.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mencegah kekeringan yang mungkin terjadi pada DAS Ngasinan.

DATAR PUSTAKA

- Anonim. 2014. *Kekeringan Badan Penanggulangan Bencana Daerah*. <http://bpbdsukoharjokab.go.id> (diakses 21 Juli 2015).
- Anonim. 2014. *Peta Jawa Timur*. <https://bpnjatim.wordpress.com/peta->

jawatimur/. (diakses 15 September 2015).

Irfan Fery, Pamungkas Adjie. 2013. *Identifikasi Sebaran Daerah Rawan Bahaya Kekeringan Meteorologi di Kabupaten Lamongan*. Skripsi tidak dipublikasikan. Jurnal Teknik Pomits Vol.2 no.1.

Mckee, T.B., Doesken, N.J. & Kleist, J. 1993. *The Relationship of Drought Frequency And Duration To Time Scales*. Colorado: Department of Atmospheric Science.

Montarich L, Soetopo W. 2009. *Statistika Hidrologi Dasar*. Malang: Citra.

NCGIA. =007. Interpolation: Inverse Distance Weighting. <http://ngcia.ucsb.edu/pubs/spherek/inverse.html>. (diakses 15 september 2015)

Rahajeng Sasthi S. 2014. *Analisa Indeks Kekeringan Dengan Metode Standardized Precipitation Index (SPI) Pada Sub Das Widas Kabupaten Nganjuk*. Skripsi tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya.

Turkes Murat, Tatli Hasan. 2009. *Use of the Standardized Precipitation Index (SPI) and a modified SPI for shaping the drought probabilities over Turkey*. International Journal Of Climatology.

Utami Dwi. 2013. *Prediksi Kekeringan Berdasarkan Standardized Precipitation Index (SPI) Pada Daerah Aliran Sungai Keduang di Kabupaten Wonogiri*. E-Jurnal Matriks Teknik Sipil.