

**ANALISA SEBARAN KEKERINGAN DENGAN METODE
STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX (SPI) PADA
SUB DAS NGASINAN HILIR**

JURNAL ILMIAH

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

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

**BARANI AYU AMBARWATI
NIM. 125060400111059**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2016**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA SEBARAN KEKERINGAN DENGAN METODE *STANDARDIZED
PRECIPITATION INDEX* (SPI) PADA SUB DAS NGASINAN HILIR**

JURNAL

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

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**BARANI AYU AMBARWATI
NIM. 125060400111059**

Jurnal ini telah disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 09 Agustus 2016

Dosen Pembimbing I

Dr. Eng. Donny Harisuseno, ST., MT.
NIP. 19750227 199903 1 001

Dosen Pembimbing II

Dr. Ery Suhartanto, ST., MT.
NIP. 19730305 199903 1 002

repository.ub.ac.id

**ANALISA SEBARAN KEKERINGAN DENGAN METODE
STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX (SPI) PADA SUB DAS
NGASINAN HILIR**

Barani Ayu Ambarwati¹, Donny Harisuseno², Ery Suhartanto²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

²Dosen Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

e-mail: baraniayu22@gmail.com

ABSTRACT

One crucial issue about water is drought. One of the areas in Indonesia often happens drought is Trenggalek and Tulungagung. The purpose of this study is to determine the trend of the drought, so that it can be early warning against drought. The data required is the rainfall data for 21 years and the discharge as data for comparison in the field. After doing the calculations index drought, then create a distribution map of drought using the Inverse Distance Weight (IDW) on Arc.Gis software. As for the suitability test results of calculations drought suitability analysis is carried out by comparing the calculation results with the data index streamflow drought and El Nino. The study shows that from all deficit periods, the most severe drought happened in 1997, with each drought index as follows: on a 1 month deficit period (-3,389); on a 4 month deficit period (-3,989); on a 6 month deficit period (-3,799); on a 12 month deficit period (-2,441). As a result of the analysis, it is concluded that, meteorological drought is related to hydrological drought and El Nino.

Keywords : Rainfall, Drought Index, The Standardized Precipitation Index, The Deficit Period, Distribution of Drought



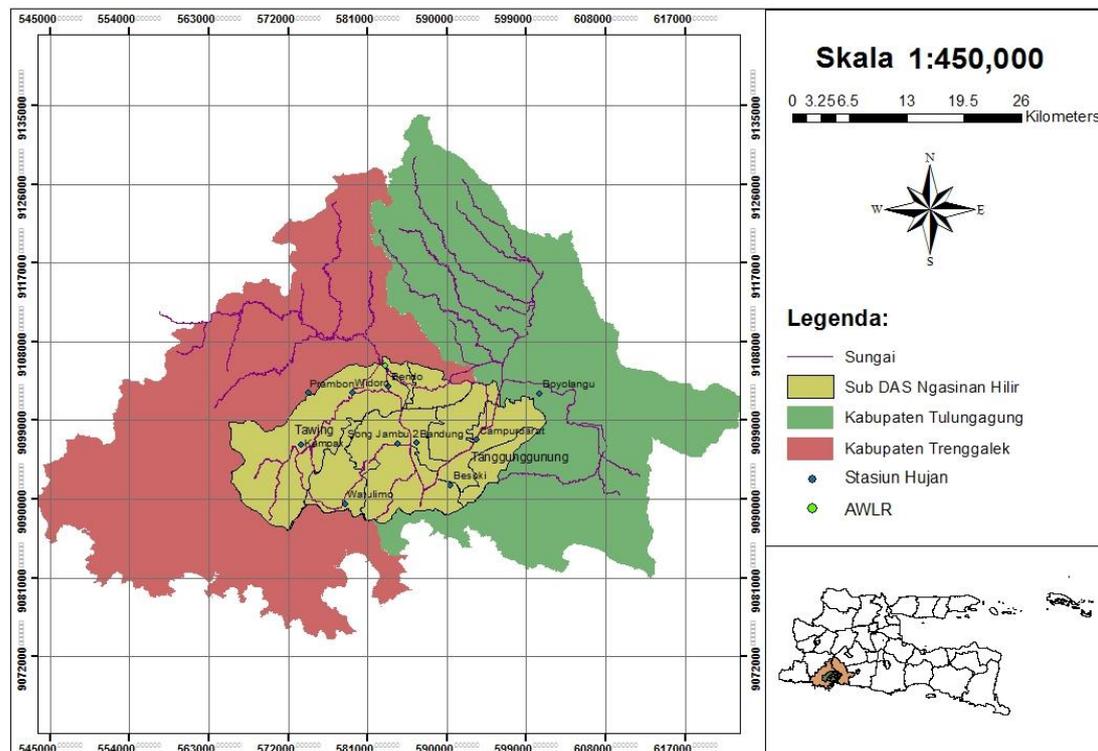
PENDAHULUAN

Kekeringan merupakan suatu kondisi dimana kekurangan curah hujan dalam periode yang panjang (McKee,1993). Dari perspektif kebencanaan kekeringan didefinisikan sebagai kekurangan curah hujan dalam periode waktu tertentu (umumnya dalam satu musim atau lebih) yang menyebabkan kekurangan air untuk berbagai kebutuhan (UN-ISDR, 2009). Kekeringan dapat dikategorikan menjadi 4 jenis kekeringan yaitu kekeringan meteorologis, kekeringan hidrologis, kekeringan pertanian, dan kekeringan sosial-ekonomi (Wilhite,1985). Secara hidrologis bencana kekeringan ditandai dengan berkurangnya air sungai, waduk dan danau (Nalbantis, 2008).

Bencana kekeringan merupakan tamu rutin Sub DAS Ngasinan Hilir yang berhulu di Kabupaten Trenggalek bermuara di Kabupaten Tulungagung. BPBD (Penanggulangan Bencana Daerah) menyampaikan bahwa pada tahun 1997 mengalami kekeringan terparah yang mengakibatkan 10 kecamatan yang berada di Sub DAS Ngasinan Hilir mengalami ke-

sulitan untuk mendapatkan air irigasi dan air baku. BPBD (Penanggulangan Bencana Daerah) juga menyampaikan bahwa pihaknya harus mengirimkan air bersih untuk memenuhi kebutuhan masyarakat.

Untuk mengatasi permasalahan kekeringan pada Sub DAS Ngasinan Hilir diperlukan analisis untuk mengetahui tingkat kekeringannya. Penentuan tingkat kekeringan bertujuan untuk mengevaluasi kecenderungan klimatologis menuju keadaan kering atau tingkat kekeringan dari suatu wilayah, memperkirakan kebutuhan air irigasi pada suatu luasan tertentu, mengevaluasi kekeringan pada suatu tempat secara lokal, dan melaporkan secara berkala perkembangan kekeringan secara regional (Hounam, 1975). Sehingga dapat dijadikan sebagai peringatan dini akan adanya kekeringan yang lebih jauh dan masyarakat dapat melakukan tindakan *preventif* lebih awal. Menentukan tingkat kekeringan dapat menggunakan metode SPI (*Standardized Precipitation Index*) yang dikembangkan oleh McKee (1993).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

METODE

❖ Lokasi Penelitian

Gambar 1 merupakan lokasi studi Sub DAS Ngasinan Hilir yang merupakan salah satu bagian hulu Sungai Brantas yang terletak di wilayah Kabupaten Trenggalek dan Kabupaten Tulungagung, Provinsi Jawa Timur. Sub DAS Ngasinan Hilir mengalir ke Sungai Ngasinan kemudian ke Sungai Ngrowo dan terakhir ke Sungai Brantas. Secara astronomi Sub DAS Ngasinan Hilir terletak antara 111° 24' sampai dengan 112° 11' BT dan 7° 63' sampai dengan 8° 34' LS.

Secara administrasi Sub DAS Ngasinan Hilir berbatasan dengan:

- Sebelah utara berbatasan dengan Sub DAS Ngasinan Hulu.
- Sebelah selatan berbatasan dengan Sub DAS Konang, Ngemplak dan Tumpaknongko.
- Sebelah barat berbatasan dengan Sub DAS Gedangan.
- Sebelah timur berbatasan dengan DAS Ngrowo.

❖ Tahapan Penyelesaian Studi

Tahapan-tahapan penyelesaian studi adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data-data sekunder, yaitu data curah hujan, peta batas DAS, peta administrasi, data debit dan data ENSO.

2. Analisa Hidrologi

- ✓ Uji konsistensi data menggunakan metode kurva massa ganda.
- ✓ Uji stasioner menggunakan Uji F dan Uji T.
- ✓ Uji persistensi menggunakan metode spearman.
- ✓ Uji ketiadaan *trend* menggunakan korelasi peringkat metode spearman.

3. Analisa Indeks Kekeringan

Analisa indeks kekeringan pada studi ini dilakukan dengan menggunakan metode *Standardized Precipitation Index* (SPI).

4. Pemetaan Indeks Kekeringan

Penggambaran peta sebaran indeks kekeringan menggunakan *software* Arc GIS 10.1 dengan metode interpolasi IDW.

5. Membandingkan Indeks Kekeringan SPI dengan Debit

Hasil perhitungan indeks kekeringan menggunakan metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) dibandingkan dengan debit dan ditampilkan pada sebuah grafik.

6. Membandingkan Kejadian Kekeringan SPI dengan Kejadian ENSO

Hasil perhitungan indeks kekeringan menggunakan metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) dibandingkan dengan kejadian ENSO.

❖ Indeks Kekeringan Metode *Standardized Precipitation Index* (SPI)

Metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) merupakan metode yang dikembangkan oleh McKee pada tahun 1993. Metode ini merupakan model untuk mengukur kekurangan curah hujan pada berbagai periode berdasarkan kondisi normalnya.

Analisis kekeringan meteorologis dengan menggunakan metode SPI ini dapat dilakukan dengan periode waktu 1 bulanan, 3 bulanan dan seterusnya se-suai dengan tujuan dilakukannya analisis.

Kriteria nilai indeks kekeringan metode SPI diklasifikasikan dalam nilai seperti berikut :

1. Basah (nilai SPI : > 1.00)
2. Normal (nilai SPI : -0.99 – 0.99)
3. Cukup Kering (nilai SPI : -1.00 – 1.49)
4. Sangat Kering (nilai SPI : -1.5 – -1.99)
5. Amat sangat kering/ Ekstrim Kering (nilai SPI : < -2.00)

Di dalam perhitungan SPI suatu lokasi, dibutuhkan data curah hujan bulanan dengan periode waktu 20 tahun atau lebih (Hayes dkk, 1999). Metode

ini merupakan model untuk mengukur kekurangan atau *deficit* curah hujan pada berbagai periode berdasarkan kondisi normalnya. Perhitungan nilai SPI berdasarkan jumlah sebaran gamma yang didefinisikan sebagai fungsi frekuensi atau peluang kejadian se-bagai berikut:

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

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

$$\alpha = \frac{1}{4A} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right) \quad (2)$$

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n} \quad (3)$$

Atau:

$$\alpha = \frac{\frac{-2}{x}}{S^2} \quad (4)$$

$$\beta = \frac{\frac{x}{\alpha}}{\alpha} \quad (5)$$

untuk $x > 0$

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

$$H(x) = q + (1 - q) \cdot G(x) \quad (6)$$

dengan q = jumlah kejadian hujan = 0
(m) / jumlah data (n)

Nilai SPI merupakan transformasi dari distribusi gamma ($G(x)$) menjadi standart normal dengan rata-rata 0 (nol) dan perbedaan 1, atau menggunakan rumusan dibawah ini:

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

$$Z = SPI = - \left(t - \frac{c_0 + c_1 + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \quad (7)$$

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

$$Z = SPI = + \left(t - \frac{c_0 + c_1 + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \quad (8)$$

dengan:

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

$$t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(H(x))^2}\right)} \quad (9)$$

Untuk $0 < H(x) \leq 1,0$

$$t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(1,0 - H(x))^2}\right)} \quad (10)$$

dengan:

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

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

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

HASIL DAN PEMBAHASAN

❖ Analisa Hidrologi

➤ Uji Konsistensi (Kurva Massa Ganda)

Berdasarkan hasil uji konsistensi data hujan menggunakan kurva massa ganda pada Sub DAS Ngasinan Hilir tidak ditemukan adanya data yang menyimpang sehingga data hujan dianggap konsisten dan dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

➤ Uji Stasioner (Uji F dan Uji T)

Pada pengujian 10 stasiun hujan di Sub DAS Ngasinan Hilir menunjukkan nilai varian dan nilai rata-rata varian yang stabil atau homogen dan deret berkala data-data pada stasiun tersebut stasioner.

➤ Uji Persistensi

Pada pengujian 10 stasiun hujan di Sub DAS Ngasinan Hilir menunjukkan bahwa data-data hujan tidak ada persistensi .

➤ Uji Ketiadaan Trend

Berdasarkan hasil uji ketiadaan *trend* dengan metode spearman data hujan dari 10 stasiun hujan yang berada di Sub DAS Ngasinan Hilir tidak menunjukkan adanya *trend*.

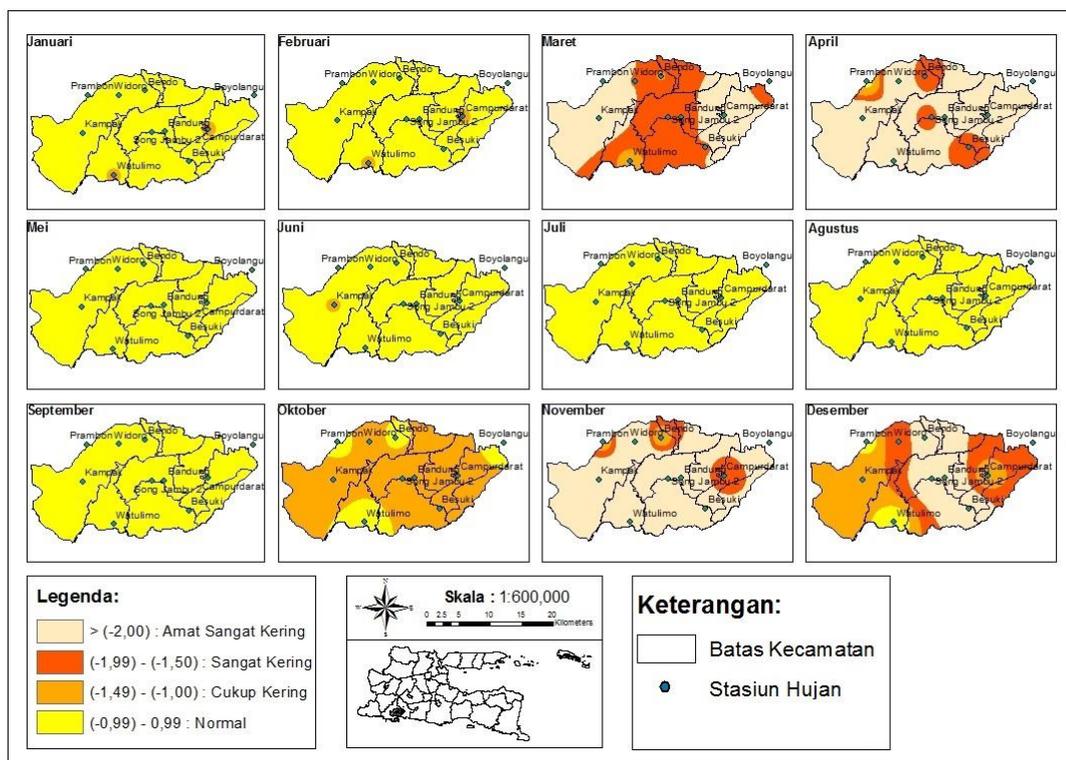
❖ Nilai Indeks Kekeringan SPI

Berdasarkan hasil analisa indeks kekeringan SPI (*Standardized Precipitation Index*) didapatkan bahwa tahun terkering terjadi pada tahun 1997 dengan durasi 4 bulan dan tingkat kekeringan amat sangat kering. Berikut adalah nilai indeks kekeringan pada tiap periode defisit:

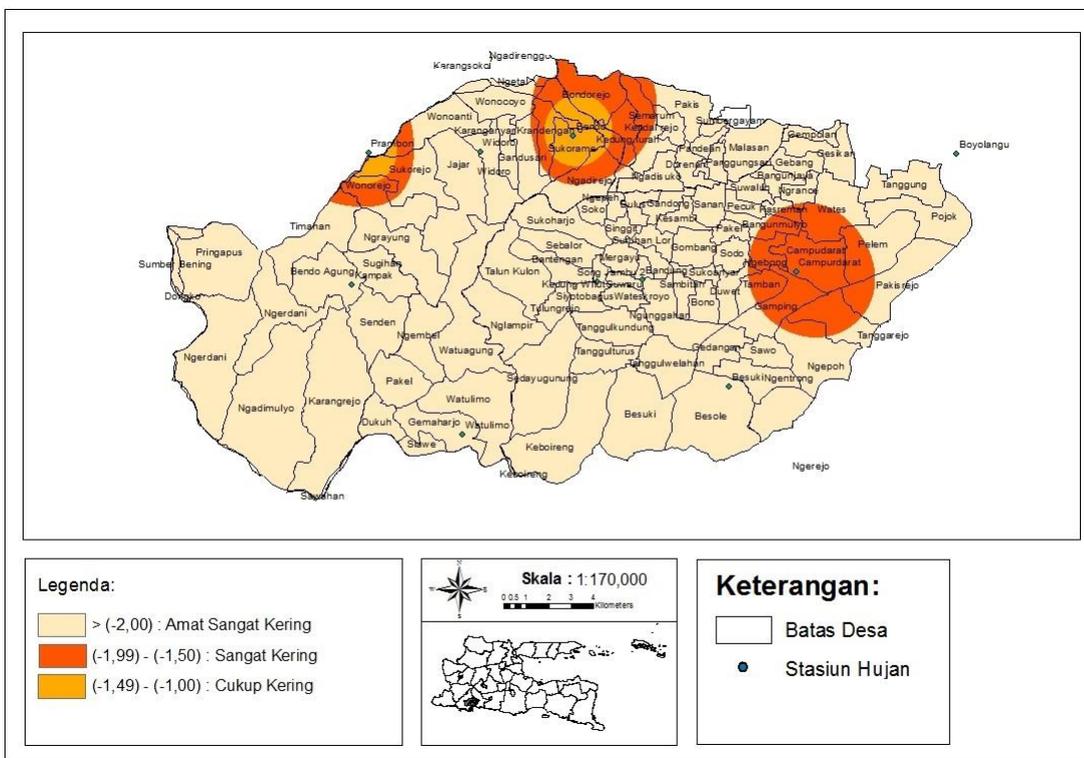
1. Periode defisit 1 bulan sebesar - 3,389.
2. Periode defisit 3 bulanan sebesar - 3,989.

3. Periode defisit 6 bulanan sebesar - 3,799.

4. Periode defisit 12 bulanan sebesar - 2,441.



Gambar 2. Peta Sebaran Kekeringan Sub DAS Ngasinan Hilir Tahun 1997



Gambar 3. Peta Sebaran Kekeringan dengan Batas Administrasi Desa Sub DAS Ngasinan Hilir Bulan November Tahun 1997



❖ Analisa Peta Sebaran Kekeringan SPI

Berdasarkan nilai indeks kekeringan dengan metode SPI (*Standardized Precipitation Index*) didapatkan pada tiap periode defisit tahun 1997 adalah tahun terkering, maka pembuatan peta kekeringan dilakukan pada tahun 1997 pada tiap periode defisit. Peta sebaran kekeringan metode SPI dengan periode defisit 1 bulanan pada tahun 1997 akan ditampilkan pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan selama 12 bulan terjadi kekeringan mulai bulan Maret dengan puncak kekeringan bulan Desember. Bulan terkering dengan sebaran kekeringan terluas terjadi pada bulan November. Hasil sebaran kekeringan dapat dilihat pada Gambar 3, yaitu terdapat 3 kecamatan dari 10 kecamatan yang mengalami kekeringan terparah. Tiga (3) kecamatan terkering diantaranya adalah Kecamatan Bandung dengan status amat sangat kering di 18 desa, Kecamatan Durenan dengan status amat sangat kering di 11 desa dan Kecamatan Pakel dengan status amat sangat kering di 19 desa.

❖ Perbandingan Nilai Indeks Kekeringan dengan Data Debit

Perbandingan nilai indeks kekeringan dengan data debit bertujuan untuk mengetahui keterkaitan antara kekeringan meteorologis dengan kekeringan hidrologi. Keterkaitan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4, yaitu pada saat indeks kekeringan menunjukkan hasil minus, maka debit juga menunjukkan penurunan. Untuk mengetahui keakuratan hasil, maka dihitung nilai prosentase kesesuaian antara indeks kekeringan Stasiun Bendo tahun 2007-2011 dengan Debit Kali Ngasinan tahun 2007-2011. Berikut adalah prosentase kesesuaian tahun 2007:

$$\begin{aligned}\text{Prosentase kesesuaian} &= \frac{10}{12} \times 100\% \\ &= 83\%\end{aligned}$$

Tabel 1. Hasil Prosentase Kesesuaian Tahun 2007-2011

Tahun	Kesesuaian (%)
2007	83
2008	83
2009	67
2010	75
2011	67
Rata-rata	75

Dapat disimpulkan bahwa pola indeks kekeringan dan pola debit tahun 2007 memiliki kesesuaian pola sebesar 83%. Hal ini mengidentifikasi bahwa adanya keterkaitan antara kekeringan meteorologis dengan kekeringan hidrologi meskipun bulan Juni dan bulan Oktober tidak memiliki pola yang sama. Hasil analisa kesesuaian pada tahun 2008, 2009, 2010 dan 2011 ditampikan dalam Tabel 1.

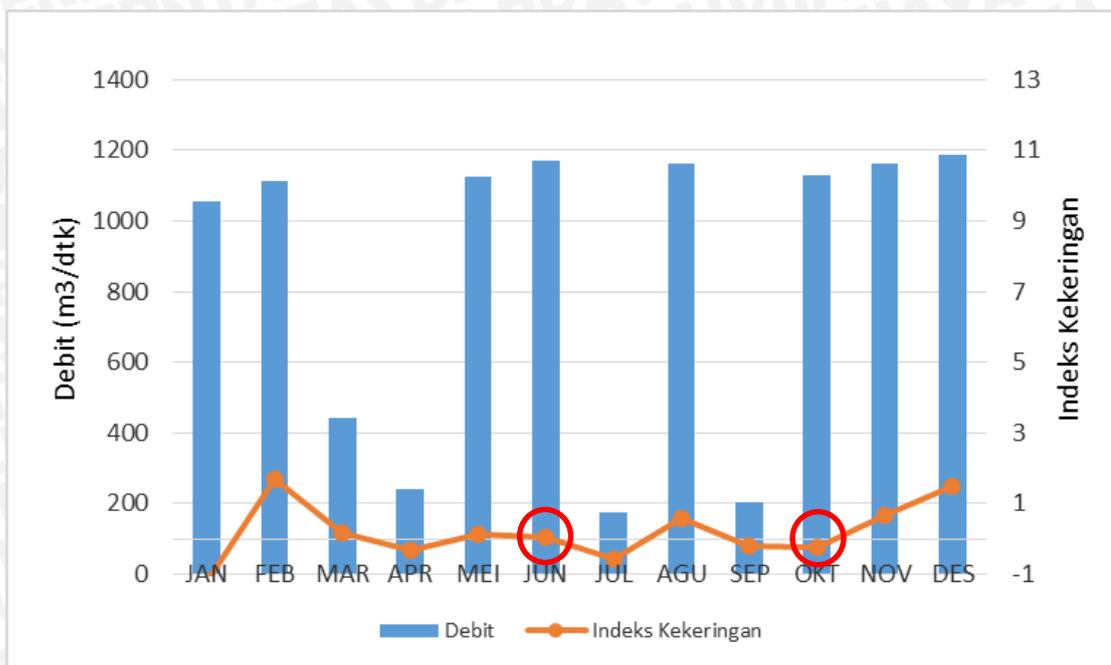
Rata-rata kesesuaian pola debit dengan nilai indeks kekeringan tahun 2007-2011 sebesar 75%, sehingga terdapat 25% ketidasesuaian pola antara debit dengan indeks kekeringan. Ketidakesuaian disebabkan oleh faktor evaporasi, transpirasi, intersepsi, dan waktu pencapaian air hujan yang jatuh ke permukaan menuju sungai.

❖ Perbandingan Hasil Analisa Kekeringan Terhadap Data SOI

Terjadinya kekeringan biasa dikaitkan dengan fenomena El Nino. Untuk itu perlu dilakukan perbandingan kesesuaian antara fenomena terjadinya El Nino dan indeks kekeringan guna mengetahui tingkat keakuratan hasil perhitungan indeks kekeringan SPI dalam studi kali ini.

Dari tabel 2 dapat diketahui bahwa dari Stasiun Bendo selama 21 tahun yang dianalisa kesesuaiannya antara indeks kekeringan dengan status El Nino terdapat 13 tahun yang sesuai dan 8 tahun tidak sesuai.

$$\begin{aligned}\text{Prosentase kesesuaian} &= \frac{13}{21} \times 100\% \\ &= 62\%\end{aligned}$$



Gambar 4. Grafik Perbandingan Indeks Kekeringan Stasiun Bendo dengan Debit Kali Ngasinan Tahun 2007

Tabel 2. Perbandingan Indeks Kekeringan Stasiun Bendo dengan Kejadian ENSO Tahun 1991-2011

Tahun	Status Kejadian El Nino	Status Indeks Kekeringan SPI	Kesesuaian
1991	el nino	cukup kering	sesuai
1992	normal	normal	sesuai
1993	normal	sangat kering	tidak sesuai
1994	normal	amat sangat kering	tidak sesuai
1995	la nina	normal	sesuai
1996	normal	cukup kering	sesuai
1997	el nino	amat sangat kering	sesuai
1998	la nina	cukup kering	tidak sesuai
1999	la nina	normal	sesuai
2000	el nino	sangat kering	sesuai
2001	normal	cukup kering	sesuai
2002	el nino	sangat kering	sesuai
2003	normal	normal	sesuai
2004	normal	amat sangat kering	tidak sesuai
2005	normal	cukup kering	sesuai
2006	normal	cukup kering	sesuai
2007	la nina	cukup kering	tidak sesuai
2008	normal	cukup kering	sesuai
2009	el nino	normal	tidak sesuai
2010	la nina	cukup kering	tidak sesuai
2011	la nina	sangat kering	tidak sesuai

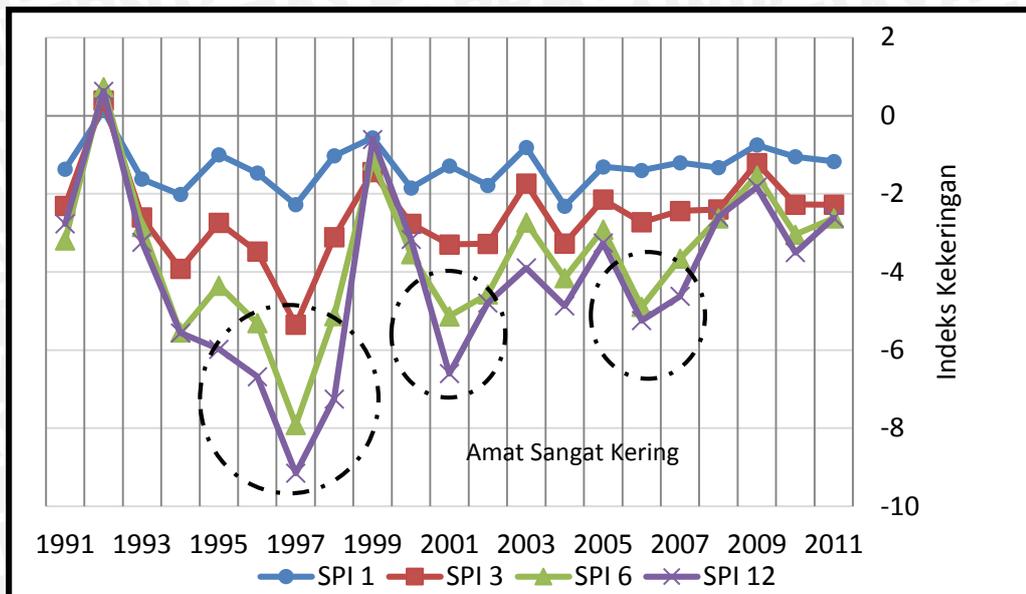
Dapat disimpulkan bahwa 62% kesesuaian antara status kejadian El Nino dan status indeks kekeringan SPI, maka ketika terjadi El Nino pada tahun tertentu kondisi daerah tersebut kering

dan ketika terjadi La Nina kondisi daerah tersebut basah atau hujan.

Untuk analisa kesesuaian pada stasiun hujan yang lainnya dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil perbandingan dari semua stasiun hujan dengan kejadian El Nino memiliki nilai rata-rata kesesuaian sebesar 61%.

Tabel 3. Hasil Prosentase Kesesuaian

Stasiun Hujan	Kesesuaian (%)
Bendo	62
Widoro	62
Kampak	71
Watulimo	67
Campurdarat	57
Bandung	62
Song Jambu 2	57
Besuki	52
Boyolangu	52
Prambon	67
Rata-rata	61



Gambar 5. Grafik Indeks Kekeringan SPI 1 bulan, 3 bulan, 6 bulan dan 12 bulan Tahun 1991-2011

❖ **Prediksi Kejadian Kekeringan**

Hasil studi dengan metode SPI ini dapat digunakan untuk memprediksi kekeringan di masa yang akan datang dengan cara melihat *trend* kekeringan seperti grafik yang ditampilkan pada Gambar 5.

Gambar 5 menunjukkan bahwa *trend* kekeringan tahun 1991-2011 terjadi setiap 5 tahun sekali dengan status amat sangat kering. Dengan demikian dapat diketahui bahwa kala ulang kekeringan dengan status amat sangat adalah 5 tahun.

KESIMPULAN DAN SARAN

❖ **Kesimpulan**

1. Hasil analisa indeks kekeringan menggunakan metode *Standardized Precipitation Index (SPI)* pada periode defisit 1, 4, 6, dan 12 dengan nilai indeks kekeringan masing-masing (-3,389), (-3,989), (-3,799), dan (-2,441). Dari tiap periode defisit didapatkan bahwa kekeringan terparah terjadi pada tahun 1997 dengan tingkat kekeringan amat sangat kering.
2. Pada periode defisit 1 bulan tahun 1997 merupakan tahun terkering dengan durasi 4 bulan. Kecamatan yang mengalami kekeringan ter-

parah adalah Kecamatan Bandung dengan status amat sangat kering di 18 desa, Kecamatan Durenan dengan status amat sangat kering di 11 desa dan Kecamatan Pakel dengan status amat sangat kering di 19 desa.

3. Perbandingan antara indeks kekeringan SPI dengan debit Kali Ngasinan memiliki nilai rata-rata prosentase kesesuaian pola 75%. Selain membandingkan dengan debit, hasil analisa kekeringan SPI dibandingkan dengan kejadian El Nino dengan nilai rata-rata prosentase kesesuaian kejadian 61%.
4. Hasil studi metode SPI menunjukkan bahwa kekeringan dengan status amat sangat kering selama 21 tahun memiliki kala ulang 5 tahun.

❖ **Saran**

1. Untuk mendapatkan hasil yang akurat diperlukan wilayah studi yang luas dan data hujan historis yang digunakan dalam analisa sebaiknya lebih panjang agar didapatkan hasil analisa yang lebih akurat.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan metode yang berbeda sebagai pembandingan hasil kekeringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Hayes, Michael, Mark Svoboda, Nicole Wall, and Melissa Widhalm. 2011. "The Lincoln Declaration on Drought Indices: Universal Meteorological Drought Index Recommended" Bulletin of the American Meteorological Society. 92 (4): 485-488.
- Hounam, C.E., Burgos, J.J., Kalik, M.S., Palmer, W.C., dan Rodda, J. 1975. *Drought and Agriculture. Technical note no.138.* World Meteorological Organization.
- Nalbantis, I, and Tsakiris, G. 2008. *Assessment of Hydrological Drought Revisited.* Water Resources Management 23 (5) (July 22): 881-897.
- McKee, T.B., Doesken N.J., Kleist J. 1993. *The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales.* Colorado State University.
- Soemarto, C.D. 1987. *Hidrologi teknik.* Surabaya: Usaha Nasional.
- UN-ISDR, 2009. *Drought Risk Reduction Framework and Practices.* United Nations International Strategy for Disaster Reduction.
- Wilhite, D.A & M.H. Glantz. (1985). *Understanding the drought phenomenon: the role of definitions.* Water International, 10,111-120.



