



Analisis Karakteristik Kekeringan Di Nusa Tenggara Menggunakan Pengukuran *Return Period*

Helen Parkhurst

Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Jambi

Alamat: Jl. Jambi - Muara Bulian No.KM. 15, Mendalo Darat, Kec. Jambi Luar Kota,
Kabupaten Muaro Jambi, Jambi

Korespondensi penulis: helenparkhurst@unja.ac.id

Abstract

The agricultural sector, especially food production, is the cornerstone of Indonesia's economy, with its main production center located in Nusa Tenggara. One of the reasons for the decline in food production is the drought caused by climate change. Drought can be measured using the Standard Rating Index, an index that measures the severity of drought in a specific region. The intensity of drought at a given location reaches very high values, which can be used to estimate ongoing drought periods. As a result, these results can be used to determine the return period, which represents the average time between occurrences of extreme drought. In order to predict recurrent droughts, the purpose of this study is to identify the drought characteristics based on the return period and the geographical characteristics of Nusa Tenggara. The data used in this study are monthly runoff observations from 1985 to 2014 showing historical drought conditions and monthly runoff data from 2016 to 2100 based on eye concentration trends that predict future climate conditions. Analysis of the data showed that the return times were a geographical reflection of the different regions. A decrease in precipitation was observed in areas with humid climates, but no significant decrease in precipitation was observed in areas with drier climates. In general, the predictions of future droughts in the Nusa Tenggara Islands can be concluded that the severity of the drought will not be severe and will be repeated.

Keywords: *Drought, Scenario, Severity Level, Representative Concentration Pathways (RCP), Return Period*

Abstrak

Sektor pertanian, terutama produksi tanaman pangan merupakan pilar perekonomian di Indonesia dengan sentra produksi berada di Nusa Tenggara. Salah satu penyebab penurunan produksi tanaman pangan adalah kekeringan yang disebabkan oleh perubahan iklim. Kekeringan dapat dihitung dengan *Standardized Precipitation Index* yang merupakan indeks untuk mengukur tingkat keparahan kekeringan suatu wilayah. Tingkat keparahan kekeringan suatu wilayah dapat mencapai nilai tertinggi yang dapat digunakan untuk memperkirakan periode kejadian kekeringan yang terjadi secara berulang. Selanjutnya hasil estimasi tersebut dapat digunakan untuk memperoleh nilai *Return Period* yang merupakan rata-rata waktu kekeringan yang terjadi dengan menentukan keparahan kekeringan maksimum. Untuk mengantisipasi kekeringan yang terjadi secara berulang, tujuan dari penelitian ini adalah melakukan identifikasi karakteristik kekeringan dari *Return Period* berdasarkan profil geografis Nusa Tenggara. Data yang digunakan adalah data observasi curah hujan bulanan selama periode tahun 1985 sampai 2014 yang menggambarkan kejadian kekeringan yang telah terjadi untuk masa sekarang dan data skenario curah hujan bulanan selama periode tahun 2016 sampai 2100 berdasarkan *Representative Concentration Pathways* yang menggambarkan iklim di masa akan datang. Hasil analisis data menunjukkan bahwa *Return Period* secara geografis

Analisis Karakteristik Kekeringan Di Nusa Tenggara Menggunakan Pengukuran Return Period

memberikan gambaran untuk berbagai wilayah. Pada wilayah karakteristik iklim lebih basah terlihat adanya pengurangan curah hujan, sedangkan wilayah karakteristik iklim lebih kering tidak mengalami pengurangan curah hujan yang signifikan. Secara umum dapat diketahui bahwa beberapa tahun ke depan prediksi kekeringan Pulau Nusa Tenggara menunjukkan tingkat keparahan kekeringan yang tidak terlalu parah dengan periode berulang yang lebih sering terjadi.

Kata kunci: Kekeringan, Skenario, Tingkat Keparahannya, Representative Concentration Pathways, Return Period.

LATAR BELAKANG

Sektor pertanian terutama produksi tanaman pangan merupakan pilar perekonomian di Indonesia. Sentra produksi tanaman pangan di Indonesia berada di Nusa Tenggara. Salah satu penyebab penurunan produksi tanaman pangan adalah kekeringan yang mengakibatkan berkurangnya luas lahan panen.

Kekeringan terjadi akibat adanya penyimpangan kondisi cuaca normal pada suatu wilayah, antara lain berkurangnya intensitas curah hujan dibandingkan dengan kondisi normal (NOAA 2008). Kekeringan merupakan salah satu fenomena dari perubahan iklim. Perubahan iklim (*climate change*) adalah salah satu dampak dari pemanasan global yang mempengaruhi suhu lingkungan. Kenaikan permukaan air laut, banjir dan kekeringan merupakan akibat dari perubahan iklim yang sering terjadi. Dampak perubahan iklim yang dirasakan pada saat ini, diperkirakan akan meningkatkan ancaman terhadap ketersediaan air, kesehatan dan ketersediaan pangan. Dampak yang ditimbulkan oleh kekeringan dapat terjadi di berbagai sektor kehidupan seperti ekonomi, sosial dan lingkungan. Bagi sebagian wilayah Indonesia khususnya Nusa Tenggara kekeringan merupakan suatu masalah yang harus dihadapi hampir setiap tahun.

Peta kejadian bencana kekeringan di Indonesia antara tahun 1979 hingga tahun 2009 yang dibuat oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) mencatat pada pulau Bali mengalami 16 kali kejadian kekeringan (Muharsyah 2015). Menurut BNPB tahun 2017, setidaknya terdapat 105 kabupaten atau kota, 715 kecamatan dan 2.726 kelurahan atau desa mengalami kekeringan di Pulau Jawa dan Nusa Tenggara. Kekeringan yang terjadi Nusa Tenggara Barat mengalami kekeringan di 9 kabupaten sedangkan di Nusa Tenggara Timur dilaporkan mengalami darurat kekeringan. Untuk memahami tingkat keparahan suatu kekeringan digunakan indeks kekeringan.

Indeks kekeringan bertujuan untuk memberikan nilai kuantitatif terhadap kondisi iklim melalui intensitas, durasi dan *severity* (tingkat keparahan). Sifat indeks kekeringan mencerminkan berbagai peristiwa dan kondisi terhadap anomali kekeringan iklim. Adapaun dua tujuan utama dari pencarian indeks kekeringan yaitu menilai kerentangan berbagai sistem kekeringan sebagai pemantauan (*monitoring*) dan peringatan dini (*early warning*) (Adhyani 2017). Dengan menggunakan metodologi yang relatif sederhana ini, indeks kekeringan telah berkembang menjadi alat pendeteksi dan pemantau untuk menganalisis tingkat kekeringan pada kawasan manapun. Indeks kekeringan yang digunakan secara umum adalah *Standardized Precipitation Index* (SPI).

SPI adalah indeks yang digunakan untuk menentukan penyimpangan curah hujan dari normalnya dalam suatu periode waktu yang panjang (McKee *et al.* 1993). SPI merupakan indeks probabilitas dari data curah hujan dimana indeks positif untuk menunjukkan kondisi basah sedangkan indeks negatif untuk menunjukkan kondisi kering. Kelebihan yang dimiliki oleh SPI adalah memberikan peringatan dini kekeringan yang dihitung dalam skala waktu yang berbeda serta dapat digunakan dalam memantau kekeringan pertanian dan kekeringan hidrologi. Upaya memberikan peringatan dini dapat dilakukan melalui gambaran iklim di masa akan datang.

Gambaran iklim di masa akan datang dapat dilakukan dengan cara melakukan proyeksi iklim berdasarkan skenario tertentu. Menurut IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), skenario bukanlah metode untuk memprediksi masa depan tetapi untuk memahami lebih baik masalah ketidakpastian dan gambaran alternatif tentang iklim masa depan untuk menjawab perubahan dari parameter-parameter emisi gas rumah kaca saat ini. Beberapa skenario iklim yang telah disusun oleh IPCC adalah *Representative Concentration Pathways* (RCP) yang berguna untuk mengetahui proyeksi iklim global dan regional sampai tahun 2100. Laporan Kajian IPCC menggunakan pemodelan iklim dengan menggunakan skenario RCP diantaranya adalah RCP 4.5 dan RCP 8.5. RCP 4.5 dan RCP 8.5 menampilkan data skenario curah hujan pada tahun 2016 sampai tahun 2100. Berdasarkan data skenario dapat dilakukan proyeksi kejadian kekeringan yang akan terjadi di masa akan datang dengan melihat periode ulang.

Selama kejadian kekeringan, dapat dilihat kejadian kekeringan berulang berdasarkan kejadian kekeringan yang akan berulang kembali yang ditandai dengan

Analisis Karakteristik Kekeringan Di Nusa Tenggara Menggunakan Pengukuran Return Period

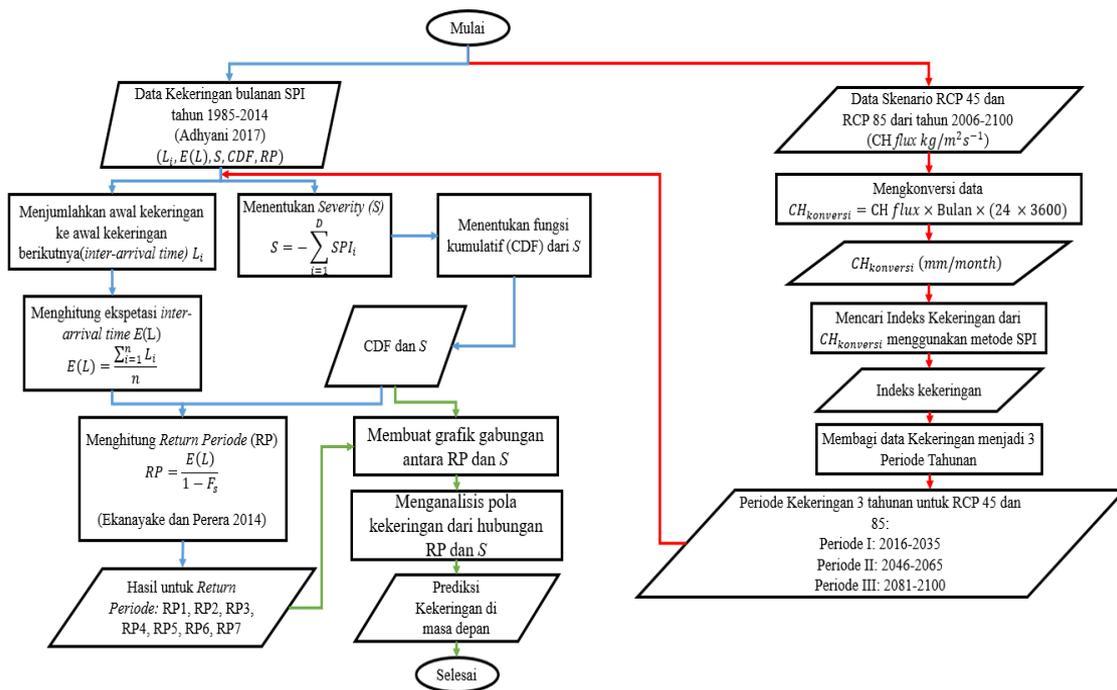
tingkat keparahan yang tinggi. Banyak metode yang dapat digunakan untuk menentukan kejadian kekeringan yang akan terjadi berulang, salah satunya dengan *Return Periode*. Dengan memanfaatkan data observasi dan data skenario RCP 4.5 dan RCP 8.5 maka dapat dilihat kejadian kekeringan yang akan berulang dalam 100 tahun dengan menggunakan *Return Period*.

METODE PENELITIAN

Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari 38 stasiun Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Pusat yang tersebar Nusa Tenggara (10 stasiun). Pada penelitian ini, data yang digunakan terdiri dari data kekeringan tahun 1985-2016 (Adhyani 2017), data skenario RCP 4.5 dan RCP 8.5 tahun 2016-2100 (BMKG Pusat).

Tahap Penelitian



Gambar 1 Kerangka pikir penelitian tahap 1 (→), tahap 2 (→), dan tahap 3 (→)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Standardized Precipitation Index (SPI)

Pada data skenario RCP 4.5 dan RCP 8.5, data berupa curah hujan sehingga dilakukan perhitungan menggunakan *Standardized Precipitation Index (SPI)* untuk mendapatkan nilai indeks kekeringan. SPI dapat digunakan untuk menentukan tingkat kekeringan pada berbagai skala waktu (resolusi waktu) di suatu stasiun hujan menggunakan data historis. SPI merupakan indeks probabilitas dari data curah hujan dimana indeks positif untuk menunjukkan kondisi basah sedangkan indeks negatif untuk menunjukkan kondisi kering. Hasil data kekeringan pada skenario RCP 4.5 dan RCP 8.5 dapat digunakan sebagai bahan perhitungan untuk mendapatkan *Return Period*. Tabel 1 menampilkan hasil indeks kekeringan menggunakan SPI.

Tabel 1 Hasil Indeks SPI Stasiun Wai Oti

Stasiun Wai Oti		
Tahun	Bulan	Indeks SPI
2016	1	-0.54645
2016	2	2.21077
2016	3	1.42906
2016	4	0.06844
2016	5	-0.10861
2016	6	-1.74089
2016	7	-0.11472
2016	8	0.74747
2016	9	0.04699
2016	10	0.14404
2016	11	0.56705
2016	12	-0.70004

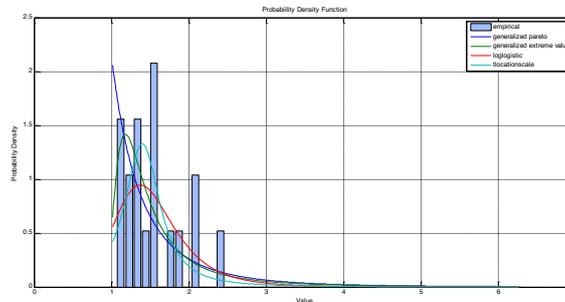
Berdasarkan klasifikasi nilai indeks SPI (Mckee et al. 1993), suatu kejadian kekeringan dikatakan kekeringan jika nilai klasifikasi indeks -1 . Pada Tabel 1 kejadian kekeringan untuk Stasiun Wai Oti berada pada Bulan November 2006 dengan nilai indeks kekeringan -1.74089 .

Cumulative Distribution Function (CDF)

Data observasi, data skenario RCP 4.5 dan RCP 8.5 dibagi dalam bentuk *severity* yang selanjutnya diidentifikasi berdasarkan jenis-jenis distribusi data. Penentuan distribusi yang paling dekat dengan data dapat dilihat melalui nilai parameter statistiknya.

Analisis Karakteristik Kekeringan Di Nusa Tenggara Menggunakan Pengukuran Return Period

Pemilihan distribusi menggunakan simulasi program yang mengeluarkan *output* berupa distribusi dan nilai parameter. Gambar 2 menunjukkan identifikasi distribusi pada Stasiun Wai Oti



Gambar 2 Grafik identifikasi distribusi stasiun Wai Oti

Gambar 2 hasil keluaran distribusi *Generalized Pareto* merupakan distribusi yang mendekati dengan data dengan melihat nilai parameternya. Setelah identifikasi distribusi dilakukan pada setiap stasiun, selanjutnya menentukan nilai CDF dari distribusi data yang didapatkan.

Return Period Data Kekeringan, Data Skenario RCP 4.5 dan RCP 8.5

Return period kekeringan dapat dianggap sebagai waktu rata-rata yang berlalu atau *Interarrival time* yang berarti kejadian kekeringan dengan tingkat keparahan tetap atau lebih besar. *Interarrival time* (L) dapat didefinisikan sebagai periode waktu dari awal kekeringan ke awal kekeringan berikutnya dengan menjumlahkan durasi kekeringan dengan durasi yang tidak kering.

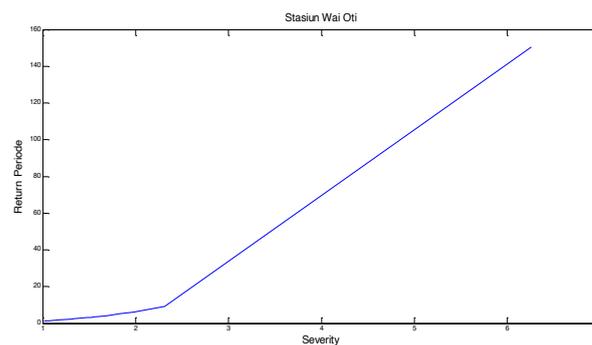
Tabel 2 Hasil *Interarrival time* pada Stasiun Wai Oti

Stasiun Waiti Oti	
Periode Waktu	L
Apr-Des 1986	8
Des 1986-Jan 1988	13
Jan 1988-Des 1989	23
Des 1989-Mar 1991	15
Mar-Des 1991	9
Des 1991-Mar 1992	3

Mar-Des 1992	9
Des 1992-Apr 1997	52
Apr-Nov 1997	7
Nov 1997-Feb 2001	39
Feb-Nov 2001	9
Nov 2001-Februari 2005	39
Feb 2005-Nov 2006	21
Nov 2006-Jan 2008	14
Jan-Apr 2008	3
Apr 2008-Mar 2009	11
Mar-Nov 2009	8
Nov 2009-Feb 2010	3

Pada Tabel 2 hasil *Interarrival time* yang diperoleh untuk awal kejadian kekeringan ke awal kejadian kekeringan selanjutnya pada Stasiun Wai Oti mempunyai interarrivalnya yang lama pada setiap periode waktu kejadian kekeringan dan nilai *Interarrival* tertinggi terjadi pada periode waktu Desember 1992 sampai April 1997 dengan nilai 52 *Interarrival time*.

Return period yang diperoleh dari data kekeringan Adhyani (2017) dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut.

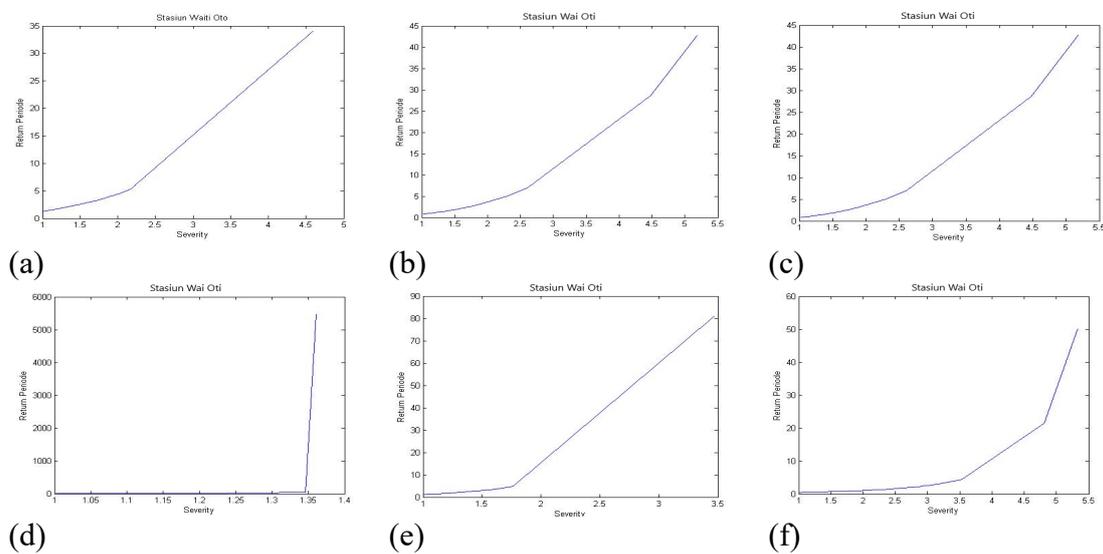


Gambar 3 Grafik *Return Period* data kekeringan Stasiun Wai Oti

Analisis Karakteristik Kekeringan Di Nusa Tenggara Menggunakan Pengukuran Return Period

Gambar 3) hasil *Return Period* dari data kekeringan Stasiun Wai Oti yang mana kekeringan terjadi dengan tingkat keparahan 2.5 mempunyai periode ulang 20 yang berarti kekeringan telah terjadi paling tidak 1 kali dalam jangka waktu 20 tahun.

Data skenario RCP 4.5 dan RCP 8.5 dibagi atas 3 periode waktu sebagai proyeksi terjadinya kekeringan. Data skenario RCP 4.5 dan RCP 8.5 dengan menggunakan tahapan yang sama seperti tahapan data kekeringan kekeringan untuk mendapatkan hasil dari *Return Period*. Selanjutnya didapatkan grafik hasil *Return Period* untuk RCP 4.5 dan RCP 8.5 dengan 3 periode waktu. Gambar 4 hasil *Return Period* untuk 3 periode waktu untuk setiap RCP 4.5 dan RCP 8.5



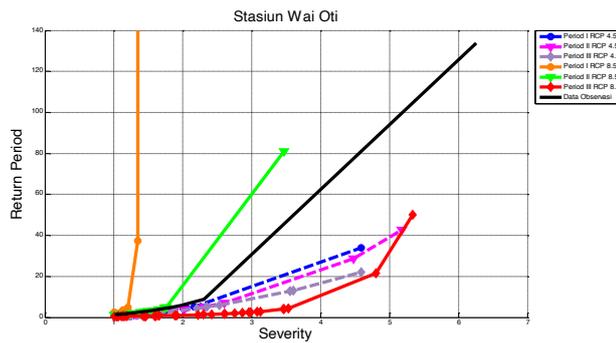
Gambar 4 Grafik *Return Period* data skenario (a) Periode I RCP 4.5 (b) Periode II RCP 4.5 (c) Periode III RCP 4.5 (d) Periode I RCP 8.5 (e) Periode II RCP 8.5 dan (f) Periode III RCP 8.5

Gabungan *Return Period* Data Kekeringan, Data Skenario RCP 4.5 dan RCP 8.5

Penggabungan hasil *Return Period* dari data kekeringan, data skenario RCP 4.5 dan RCP 8.5 dilakukan untuk melihat proyeksi terjadinya kekeringan di masa akan datang. *Return period* pada RCP 4.5 dan RCP 8.5 dari tahun 2016 hingga 2100 dibagi menjadi tiga periode waktu yaitu *near future* (2016-2035), *middle century* (2045-2065) dan *end century* (2081-2100) yang mana untuk setiap pembagian periode waktu memiliki rentang 20 tahun. Hasil gabungan *Return Period* tersebut digunakan untuk menganalisis pola kekeringan pada setiap *Return Period* data kekeringan, data skenario RCP 4.5 dan RCP 8.5. Adapun hasil gabungan *Return Period* diberikan pada Gambar 5 berikut.

(a)

(b)



Gambar 5 Hasil gabungan *Return Periode* data kekeringan, data skenario Stasiun Wai Oti

Gambar 5 Pola *near future*, *middle century*, *end century* RCP 4.5 dan *end century* 8.5 berada pada tingkat kekeringan yang parah dibandingkan data kekeringan dimana hal tersebut ditunjukkan dengan pola yang menjauhi data kekeringan dengan hasil *Return Period* tingkat keparahan diantara 5 dengan periode ulang 40 yang berarti kejadian kekeringan untuk masing-masing periode waktu akan terjadi paling tidak dalam jangka waktu 40 tahun.

Karakteristik Kekeringan berdasarkan Profil Ketinggian

Karakteristik kekeringan berdasarkan ketinggian tempat untuk data kekeringan, data skenario RCP 4.5 dan RCP 8.5 di Nusa Tenggara dibagi menjadi 3 profil ketinggian yaitu:

1. Dataran rendah dengan ketinggian < 200 meter
2. Dataran menengah dengan ketinggian 200-700 meter
3. Dataran tinggi dengan ketinggian > 700 meter

Adapun hasil karakteristik kekeringan menunjukkan bahwa data skenario untuk periode III keparahan maksimum yang dicapai meningkat dengan semakin bertambahnya ketinggian, dibandingkan periode I yang memiliki pola berbeda dimana dataran menengah meningkat dan kembali turun ketika bertambahnya ketinggian. Sedangkan keparahan maksimum meningkat pada dataran rendah dan kembali turun untuk periode II dan periode III, dibandingkan dengan data kekeringan bahwa keparahan maksimum kekeringan meningkat dengan bertambahnya ketinggian.

Berdasarkan keparahan maksimum untuk data kekeringan dan periode III akan bergerak menurun dari bagian barat ke bagian timur. Sedangkan untuk periode I dan

Analisis Karakteristik Kekeringan Di Nusa Tenggara Menggunakan Pengukuran Return Period

periode II tingkat keparahan serupa di setiap provinsi. Keparahannya maksimum untuk data kekeringan dan periode III menurun dari bagian barat ke bagian timur dan untuk periode II keparahannya maksimum bergerak naik dari barat ke bagian timur, akan tetapi untuk periode I keparahannya serupa untuk tiap provinsi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, gabungan *Return Periode* untuk data kekeringan dan data skenario yang diperoleh dari perhitungan masing-masing data tersebut menjelaskan bahwa prediksi kekeringan Pulau Nusa Tenggara menunjukkan tingkat keparahan kekeringan yang tidak terlalu parah dengan periode berulang yang lebih sering terjadi. Oleh karena itu beberapa tahun ke depan Pulau Nusa Tenggara tidak mengalami perubahan cuaca yang signifikan, karena pengurangan curah hujan tidak banyak.

DAFTAR REFERENSI

- Adhyani NL. 2017. Kajian pada Standardized precipitation Evapotranspiration indeks (SPI) sebagai indikator awal kekeringan pertanian [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Bonaccorso B, Cancellie A, Rossu G, 2003. An Analytical Formulation of Return Period of drought severity. *J. Research and Risk Assessment*, 17(3): 157-174.
- Douglas EM, Vogel RM, Kroll CN (2002) Impact of streamflow persistence on hydrologic design. *J. Hydrologic Eng*, 7(3): 220–227.
- Erdianto K. 2017. BNPB: Ribuan desa di pulau Jawa dan Nusa Tenggara krisis air. <https://nasional.kompas.com/read/2017/09/08/21311541/bnpb-ribuan-desadi-pulau-jawa-dan-nusa-tenggara-krisis-air>. [14 April 2018]
- Guenang GM, Kanga Fm. 2014. Computation of Standardized precipitation index (SPI) and its use to assess drought occurrences in Cameroon over recent decades. *J. Meteorologi and Climatologi*, 53:2310-2324.
- Heim RR. 2002. A Review of twentieth century drought indices used in the United States. *Bull. Amer. Meteor. Soc*, 83:1149–1165.
- [IPCC] Intergovernment Panel on Climate Change. 2013. Climate Change: The Physical Science Basis. New York (US) Cambridge Univ Pr.
- McKee TB, Doesken NJ, Kleist J. 1993. The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales, *Proceeding of the 8th Conference on Applied Climatology*.
- Mishra AK, Singh VP. 2010. A review of drought concepts. *J. Hydrology*, 391(12): 202-216.
- Muharsyah R, Ratri DN. 2015. Durasi dan kekuatan kekeringan menggunakan indeks

- hujan terstandarisasi di Pulau Bali. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*. 16(2):93-104.
- [NOAA] National Oceanic and Atmospheric Administration. 2008. Drought National Oceanic and Atmospheric Administration National weather Service.
- White, FH. 1990. A Study of the Feasibility of Using Simulation Model and Mathematical Program as Aids to Drought and Management Bureau of Rural Resources, Canberra.
- Shiau J, Shen HW. 2001 Recurrence analysis of hydrologic droughts of differing severity. *J. Water Res. Planning and Management*, 127(1):30–40.
- Tarawneh ZS dan Salas JD. 2009. The occurrence probability and return period of extreme hydrological drought, *Thirteenth International Water Technology Conference*, IWTC 13.
- Van Vuuren DP, Edmond J, Kainamu M, Riahi K, Thomson A, Hibbard K, Hurtt GC, Kram T, Krey V, Lamarque JF et al. 2011. The representative concentration pathways: an overview. *J. Climate Change*, 109:5-31.
- Vicente-Serrano SM, Begueria S, Lopez-Moreno, JI. 2010. A multi-scalar drought index sensitive to global warming: the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index–SPEI. *J. Climate*. 23(7):1696–1718.
- Volpi E, Fiori A, Grimaldi S, Lambordo F, Koutsoyiannis D. 2015. One hundred years of return period: Strengths and limitations. *Water Resour. Res*, 51:8570-8585.
- Walpole RE, Myers RH, Myers SL, Ye K. 2012. Probability and Statistics for Engineers & Scientists. United States of America (USA) Pearson Education Inc
- [WMO] World Meteorological Organization. 2012. Standardized Precipitation Index User Guide. WMO-No.1090.