Analisis Curah Hujan Ekstrim Menggunakan Teori Nilai Ekstrim untuk Mengidentifikasi Perubahan Iklim

(Berdasarkan Data Curah Hujan Harian pada Januari Tahun 1985 sampai Desember Tahun 2010 di stasiun Jatiwangi Jawa Barat)

[1]Chandra Wulandari, [2]Suwanda, [2]Anneke Iswani Achmad

[1,2,3]Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116

email: [1]wulandari_chandra@rocketmail.com, [2]wanda_100358@yahoo.com, [3]annekeiswani11@gmail.com

Abstract. Daily, monthly, or annual rainfall data are usually analyzed through time series modeling, whose main purpose is for forecasting. Extreme rainfall data in time series analysis was overcome by robust method to improve model parameter estimation, but not analyzed further; Such as identifying climate change. In this paper we will examine the problem of extreme value analysis of rainfall specifically. The analysis includes determining the distribution of extreme values by Peak Over Threshold. Analysis of extreme values of rainfall will be applied to daily rainfall data obtained from Jatiwangi station of Majalengka district of West Java province, from January 1985 to December 2010. The aim is to identify climate change from January 1985 to December 1997 period January 1998 to December 2010 based on the rainy season, drought, and transition. The analysis shows that there is climate change during the rainy season, while in dry season and transition there is no climate change.

Keywords : season, rainfall, extreme value, Peak Over Threshold, climate change.

Abstrak. Data curah hujan baik harian, bulanan, atau tahunan biasanya dianalisis melalui pemodelan deret waktu, yang tujuan utamanya adalah untuk peramalan. Data ekstrim curah hujan dalam analisis deret waktu ditanggulangi melalui metode robust untuk perbaikan penaksiran parameter model, akan tetapi tidak dianalisis lebih lanjut; seperti misalnya mengidentifikasi perubahan iklim. Dalam makalah ini akan dikaji masalah analisis nilai ekstrim dari curah hujan secara spesifik. Analisis meliputi penentuan distribusi nilai ekstrim dengan cara *Peak Over Threshold.* Analisis nilai ekstrim dari curah hujan akan diaplikasikan pada data curah hujan harian yang diperoleh dari stasiun Jatiwangi kabupaten Majalengka provinsi Jawa Barat, pada Januari tahun 1985 sampai Desember tahun 2010. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi perubahan iklim dari periode Januari tahun 1985 sampai Desember tahun 1997 dengan periode Januari tahun 1998 sampai Desember tahun 2010 berdasarkan musim hujan, kemarau, dan pancaroba. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perubahan iklim pada musim hujan, sedangkan pada musim kemarau dan pancaroba tidak terjadi perubahan iklim.

Kata Kunci : musim, curah hujan, nilai ekstrim, *Peak Over Threshold,* perubahan iklim.

A. Pendahuluan

Indonesia sebagai negara kepulauan yang terletak di daerah khatulistiwa termasuk wilayah yang sangat rentan terhadap perubahan iklim (Aldrian dan Susanto, 2003). Perubahan iklim adalah berubahnya kondisi fisik atmosfer bumi seperti suhu dan distribusi curah hujan yang membawa dampak luas terhadap berbagai sektor kehidupan manusia (Perteson dan Haug, 2005). Parameter iklim yang terlihat jelas perilakunya akibat terjadi perubahan iklim adalah curah hujan (Lakitan, 2002). Curah hujan ektsrim adalah kondisi curah hujan yang cukup tinggi dari rata-rata kondisi normalnya (BMKG, 2011).

Teori nilai ekstrim digunakan untuk melihat karakteristik nilai ekstrim karena berfokus pada perilaku ekor (*tail*) distribusi dalam menentukan probabilitas nilai-nilai ekstrim (Coles dan Tawn, 1996). Kajian mengenai perilaku ekor distribusi menunjukkan bahwa dalam beberapa kasus iklim seperti curah hujan memiliki ekor yang gemuk (*heavy-tail*) artinya ekor distribusi menurun secara lambat, akibatnya peluang terjadinya nilai ekstrim yang dihasilkan pun besar (Sadik, 1999). Penentuan nilai-nilai ekstrim dapat dilakukan dengan metode *Peak Over Threshold* (POT). Metode POT mengacu pada *Generalized Pareto Distribution* (GPD) dengan mengambil nilai-nilai yang melampaui suatu ambang batas (*threshold*) u (Coles, 2001).

Adapun beberapa masalah yang muncul diantaranya adalah (1) Bagaimana cara menentukan curah hujan esktrim berdasarkan GPD ? (2) Bagaimana cara menentukan distribusi curah hujan esktrim berdasarkan GPD ? (3) Bagaimana cara mengidentifikasi perubahan iklim berdasarkan data curah hujan harian yang dicatat di stasiun Jatiwangi ?

B. Landasan Teori

Teori Nilai Ekstrim

Teori nilai ekstrim merupakan salah satu metode statistika untuk mempelajari perilaku ekor (*tail*) distribusi. Sebagian besar data iklim seperti curah hujan memiliki ekor distribusi yang gemuk (*heavy tail*), yaitu ekor distribusi turun secara lambat bila dibandingkan dengan distribusi normal seperti pada Gambar 2.1. Dampaknya adalah peluang terjadinya nilai ekstrim akan lebih besar daripada distribusi normal. Konsep dasar teori nilai ekstrim adalah mengkaji perilaku stokastik variabel acak baik maksimum maupun minimum (Kotz dan Nadarajah, 2000). Teori nilai ekstrim bertujuan untuk menentukan perkiraan peluang kejadian ekstrim dengan memperhatikan ekor fungsi distribusi berdasarkan nilai-nilai ekstrim yang diperoleh.

Metode Peaks Over Threshold

Metode *Peaks Over Threshold* (POT) adalah metode untuk menentukan nilai ekstrim dengan cara mengambil nilai yang berada di atas ambang batas u. Teorema Picklands, Dalkema, dan Denhaan (Gilli and Kellezi, 2003) menyatakan ketika u sangat besar $(u \to \infty)$ maka data ekstrim tersebut akan konvergen pada *Generalized Pareto Distribution* (GPD). Misalkan $Y_1, Y_2, ..., Y_n$ merupakan sampel acak saling bebas berukuran n dengan fungsi distribusi H dan nilai dari sampel acak tersebut adalah y_1, $y_2, \dots y_n$ maka, fungsi distribusi kumulatif GPD sebagai berikut:

$$H(y) = \begin{cases} 1 - \left(1 + \dfrac{\xi y}{\sigma}\right)^{-1/\xi} & ;\ \xi \neq 0 \\ 1 - \exp\left(-\dfrac{y}{\sigma}\right) & ;\ \xi = 0 \end{cases} \tag{1}$$

Fungsi densitas GPD adalah

$$h(y) = \begin{cases} \dfrac{1}{\sigma}\left(1 + \dfrac{\xi y}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{\xi}-1}, \xi \neq 0 \\ \dfrac{1}{\sigma}\exp\left(-\dfrac{y}{\sigma}\right), \xi = 0 \end{cases} \tag{2}$$

dengan y adalah pengamatan nilai ekstrim, σ adalah parameter skala dan ξ adalah parameter bentuk (Coles, 2001 dan Mallor dkk., 2009). Dimana, $\sigma > 0$, $-\infty < \xi < \infty$. Jika $\xi \geq 0$, maka $0 \leq y < \infty$ dan jika $\xi < 0$, maka $0 \leq y < -\sigma / \xi$.

Nilai Ekstrim Metode Peaks Over Threshold

Metode persentase merupakan metode yang menentukan nilai ambang batas 10% dari data yang disebut sebagai nilai ekstrim. Rumus ambang batas u sebagai berikut,

$$k = 10\% \times n$$
$$u = k + 1 \qquad (3)$$

dimana k adalah banyaknya data ekstrim, n adalah jumlah sampel data, dan u adalah nilai ambang batas pada urutan ke-$k+1$ (Chaves & Embrechts, 2002).

Metode Penaksiran

1. Metode Penaksiran Kemungkinan Maksimum

Sedangkan, jika $Y_1, Y_2, \ldots, Y_n$ adalah sampel acak berukuran n dari GPD dengan fungsi densitas $h(y;\sigma,\xi)$ dan nilai dari sampel acak tersebut adalah $y_1, y_2, \ldots$ y_n seperti pada Persamaan (2.2) untuk $\xi \neq 0$, maka persamaan penaksiran kemungkinan maksimum, yaitu:

$$L(\sigma,\xi) = \prod_{i=1}^{n}\left[\frac{1}{\sigma}\left(1+\frac{\xi y_i}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{\xi}-1}\right] = \sigma^{-n}\sum_{i=1}^{n}\left(1+\frac{\xi y_i}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{\xi}-1} \qquad (4)$$

Persamaan fungsi logaritma natural untuk penaksiran kemungkinan maksimum yaitu,

$$\ln L(\sigma,\xi) = -n\ln(\sigma) - \left(\frac{1}{\xi}+1\right)\sum_{i=1}^{n}\ln\left(1+\frac{\xi y_i}{\sigma}\right) \qquad (5)$$

dimana σ dan ξ merupakan parameter untuk nilai taksiran $\hat{\sigma}$ dan $\hat{\xi}$. Nilai taksiran $\hat{\sigma}$ dan $\hat{\xi}$ diperoleh dengan menggunakan turunan pertama sama dengan nol sebagai berikut:

$$\frac{\partial \ln L(\sigma,\xi)}{\partial \sigma} = \sigma^{-1}\left[-n + (1+\xi)\sum_{i=1}^{n}\frac{y_i}{(\sigma+\xi y_i)}\right] = 0 \qquad (6)$$

$$\hat{\sigma} = \frac{(1+\xi-n\xi)\sum_{i=1}^{n} x_i}{n^2}$$

$$\frac{\partial \ln L(\sigma,\xi)}{\partial \xi} = \left(\frac{1}{\xi^2}\right)\sum_{i=1}^{n}\ln\left(1+\frac{\xi y_i}{\sigma}\right) - \left(\frac{1}{\xi}+1\right)\sum_{i=1}^{n}\frac{y_i}{(\sigma+\xi y_i)} = 0 \qquad (7)$$

$$\hat{\xi} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\ln\left(1+\frac{\xi y_i}{\sigma}\right)}{(1+\xi)\sum_{i=1}^{n}\frac{y_i}{(\sigma+\xi y_i)}}$$

Nilai penaksiran berdasarkan Persamaan (2.2) untuk $\xi \neq 0$ menghasilkan turunan pertama yang *closed form*. Maka, diperlukan analisis numerik untuk penyelesaiannya.

Sedangkan Persamaan (2.2) untuk $\xi = 0$, maka persamaan penaksiran kemungkinan maksimum, yaitu:

$$L(\sigma) = \prod_{i=1}^{n} \left[\frac{1}{\sigma} \exp\left(-\frac{y_i}{\sigma} \right) \right] = \sigma^{-n} \exp \sum_{i=1}^{n} \left(-\frac{y_i}{\sigma} \right) \tag{8}$$

Persamaan fungsi logaritma natural untuk penaksiran kemungkinan maksimum yaitu,

$$\ln L(\sigma) = -n \ln(\sigma) - \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{y_i}{\sigma} \right) \tag{9}$$

dimana σ merupakan parameter untuk nilai taksiran $\hat{\sigma}$. Nilai taksiran $\hat{\sigma}$ diperoleh dengan menggunakan turunan pertama sama dengan nol sebagai berikut:

$$\frac{\partial \ln L(\mu, \sigma)}{\partial \sigma} = -\frac{n}{\sigma} + \sum_{i=1}^{n} \frac{y_i}{\sigma^2} = 0$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i}{n} \tag{10}$$

Taksiran parameter σ ditaksir oleh $\bar{y}$.

2. **Metode Newton Raphson**

Persamaan metode Newton Raphson berdasarkan , yaitu sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} \hat{\sigma} \\ \hat{\xi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{\sigma}_0 \\ \hat{\xi}_0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \ln L(\sigma, \xi)}{\partial \sigma^2} & \frac{\partial^2 \ln L(\sigma, \xi)}{\partial \sigma \xi} \\ \frac{\partial^2 \ln L(\sigma, \xi)}{\partial \xi \sigma} & \frac{\partial^2 \ln L(\sigma, \xi)}{\partial \xi^2} \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} \frac{\partial \ln L(\sigma, \xi)}{\partial \sigma} \\ \frac{\partial \ln L(\sigma, \xi)}{\partial \xi} \end{bmatrix} \tag{11}$$

Pemeriksaan Kecocokan Distribusi

1. **Uji Kecocokan Distribusi Kolmogorov-Smirnov Satu Sampel**

Uji kecocokan distribusi Kolmogorov-Smirnov dilakukan dengan menyesuaikan fungsi distribusi sampel $F_n(y)$ dengan distribusi teoritis $F_0(y)$, dengan pengujian hipotesis sebagai berikut,

H_0: $F_n(y) = F_0(y)$; data curah hujan ekstrim mengikuti distribusi GPD

H_1: $F_n(y) \neq F_0(y)$; data curah hujan ekstrim tidak mengikuti distribusi GPD

Statistik uji untuk kecocokan distribusi Kolmogorov Smirnov satu sampel adalah

$$D_{hitung} = maks\left|F_n(y) - F_0(y)\right| \tag{12}$$

dengan kriteri uji tolak H_0 jika $D_{hitung} > D_{tabel}$. D_{tabel} dengan $n > 40$ didekati dengan $\frac{1{,}36}{\sqrt{n}}$ (Daniel, 1989).

2. **Uji Kecocokan untuk Tipe Distribusi**

Hipotesis untuk tipe distribusi GPD, sebagai berikut,

H_0 : $\xi = 0$; GPD mengikuti tipe distribusi Eksponensial

H_1 : $\xi > 0$; GPD mengikuti tipe distribusi Pareto

atau

H_0 : $\xi = 0$; GPD mengikuti tipe distribusi Eksponensial

H_1 : $\xi < 0$; GPD mengikuti tipe distribusi Beta

Statistik uji :

$$\wedge = \frac{L(\hat{\sigma})}{L(\hat{\sigma}, \hat{\xi})} \tag{13}$$

dimana, $L(\hat{\sigma})$ merupakan fungsi kemungkinan dengan parameter $\hat{\sigma}$, sedangkan $L(\hat{\sigma}, \hat{\xi})$ merupakan fungsi kemungkinan dengan parameter $\hat{\sigma}, \hat{\xi}$, dengan kriteri uji tolak H_0 jika nilai $-2 \ln \wedge > \chi^2_{1;\alpha}$ (Coles, 2001).

3. **Uji Kecocokan Distribusi Kolmogorov-Smirnov Dua Sampel**

Proporsi kumulatif sampel pertama $S_{n_1}(y)$ dengan proporsi kumulatif sampel kedua $S_{n_2}(y)$ untuk GPD, maka pengujian hipotesis sebagai berikut,

H_0: $S_{n_1}(y) = S_{n_2}(y)$; tidak ada perbedaan distribusi periode pertama dengan periode kedua

H_1: $S_{n_1}(y) \neq S_{n_2}(y)$; ada perbedaan distribusi periode pertama dengan periode kedua

Statistik uji untuk kecocokan distribusi Kolmogorov Smirnov dua sampel adalah

$$D_{hitung} = maks\left|S_{n_1}(y) - S_{n_2}(y)\right| \tag{14}$$

dengan kriteri uji tolak H_0 jika $D_{hitung} > D_{tabel}$. D_{tabel} dengan $n > 40$ didekati dengan $1{,}36\sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2}}$ (Daniel, 1989).

4. **Selang Kepercayaan Penaksiran Parameter**

Setelah memperoleh penaksiran parameter dan menguji kecocokan distribusi, selanjutnya adalah mencari selang kepercayaan $100(1-\alpha)\%$ untuk penaksiran parameter ξ, yaitu:

$$\hat{\xi} - Z_{\alpha/2}.SE(\hat{\xi}) \leq \xi \leq \hat{\xi} + Z_{\alpha/2}.SE(\hat{\xi}) \tag{15}$$

dimana $SE(\hat{\xi})$ didapatkan dari $\sqrt{\text{var}(\hat{\varsigma})}$.

$$\sqrt{\text{var}(\hat{\varsigma})} = -E\left[\left(\frac{\partial^2 \ln L(\sigma, \xi)}{\partial \xi^2}\right)^{-1}\right] \tag{26}$$

(Rahayu, 2011).

Identifikasi Perubahan Iklim

Perubahan iklim dapat dilakukan dengan membandingkan satu periode musim dengan satu periode musim yang lainnya, dapat dilakukan berdasarkan aturan berikut :

a. Adanya perbedaan distribusi antara sub Periode I dan sub Periode II.
b. Estimasi parameter bentuk sub Periode I berada di luar selang kepercayaan $100(1-\alpha)$ sub Periode II atau sebaliknya.

Perubahan iklim terjadi jika salah satu dari dua syarat tersebut terpenuhi (Coles, 2001).

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penentuan nilai Ekstrim

Berdasarkan data curah hujan harian stasiun Jatiwangi pada Januari tahun 1985 sampai Desember tahun 2010, untuk mengidentifikasi perubahan iklim berdasarkan curah hujan, data dibagi menjadi dua periode dan tiga musim. Periode curah hujan dibagi menjadi: sub Periode I (Januari tahun 1985 sampai Desember tahun 1997) dan sub Periode II (Januari tahun 1998 sampai Desember tahun 2010). Selanjutnya, pada masing-masing tahun dibagi menjadi tiga musim, yaitu musim Hujan (Desember, Januari, Februari), musim Kemarau (Juni, Juli, Agustus), dan Pancaroba (Maret sampai Mei dan September sampai November) (BMKG, 2011).

Jika diketahui, Periode I dan Periode II pada musim Kemarau terdapat 1.196 data curah hujan harian di stasiun Jatiwangi, maka jumlah data ekstrim adalah

$$k = 10\% \times n = 10\% \times 1.196 = 119{,}6 \approx 120$$

Banyaknya data ekstrim sebanyak 120 data, maka urutan nilai ambang batas u, yaitu

$$u = k + 1 = 120 + 1 = 121$$

Data curah hujan ekstrim tersebut mempunyai nilai ambang batas u pada urutan ke-121 adalah $u = 1{,}6$ mm pada Periode I dan $u = 1{,}96$ mm pada Periode II. Jadi, data curah hujan harian yang melebihi nilai ambang batas tersebut merupakan nilai-nilai ekstrim. Penentuan data curah hujan ekstrim selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Penentuan Data Curah Hujan Ekstrim di Stasiun Jatiwangi berdasarkan Metode POT

Periode	Musim	n	k	u
I	Hujan	1.173	117	46,7 mm
	Kemarau	1.196	120	1,6 mm
	Pancaroba	2.379	238	25,2 mm
II	Hujan	1.173	117	40,5mm
	Kemarau	1.196	120	1,96 mm
	Pancaroba	2.379	238	26,5 mm

Taksiran Parameter

Hasil taksiran parameter GPD yang diperoleh menggunakan *software* MATLAB disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Taksiran Parameter GPD

Periode	Musim	Taksiran Parameter		
		$\xi \neq 0$		$\xi = 0$
		$\hat{\sigma}$	$\hat{\xi}$	$\hat{\sigma}$
I	Hujan	74,6164	0,0022	74,6376
	Kemarau	136,180	0,1208	15,4450
	Pancaroba	49,3616	0,0022	49,3853
II	Hujan	63,3081	0,0025	63,3256
	Kemarau	13,0794	0,0687	14,0508
	Pancaroba	51,3632	0,0022	51,3853

Pemeriksaan Kecocokan Distribusi

1. **Uji Kecocokan Distribusi Kolmogorov-Smirnov Satu Sampel**

Uji kecocokan Kolmogorov Smirnov satu sampel untuk setiap periode dan musim, disajikan pada Tabel 3..

Tabel 3. Uji Kecocokan Kolmogorov Smirnov Satu Sampel GPD untuk setiap Periode dan Musim

Periode	Musim	D_{hitung}	D_{tabel}	Keputusan	Ket.
I	Hujan	0,1210	0,1257	Terima H_0	GPD
	Kemarau	0,1047	0,1242	Terima H_0	GPD
	Pancaroba	0,0793	0,0882	Terima H_0	GPD
II	Hujan	0,1195	0,1257	Terima H_0	GPD
	Kemarau	0,1167	0,1242	Terima H_0	GPD
	Pancaroba	0,0843	0,0882	Terima H_0	GPD

2. **Uji Kecocokan untuk Tipe Distribusi**

Untuk tipe distribusi berdasarkan setiap periode dan musim disajikan pada Tabel 4..

Tabel 4. Tipe Distribusi Curah Hujan Ekstrim berdasarkan GPD

Periode	Musim	$-2\ln\wedge$	$\chi_{1;\alpha}$	Keputusan	Tipe Distribusi
I	Hujan	0,0640	3,84	Terima Ho	Eksponensial
	Kemarau	30,0324	3,84	Tolak Ho	Pareto
	Pancaroba	53.7445	3,84	Tolak Ho	Pareto
II	Hujan	0,0619	3,84	Terima Ho	Eksponensial
	Kemarau	17,0795	3,84	Tolak Ho	Pareto
	Pancaroba	70,0591	3,84	Tolak Ho	Pareto

3. **Uji Kecocokan Distribusi Kolmogorov-Smirnov Dua Sampel**

Uji kecocokan Kolmogorov Smirnov dua sampel untuk setiap periode dan musim, disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Identifikasi Perubahan Iklim berdasarkan Perbedaan Distribusi pada GPD

Musim	D_{hitung}	D_{tabel}	Keputusan	Ket.
Hujan	0.2137	0.1778	Tolak Ho	ada perbedaan distribusi
Kemarau	0.0333	0.1756	Terima Ho	tidak ada perbedaan distribusi
Pancaroba	0.0714	0.1247	Terima Ho	tidak ada perbedaan distribusi

Selang Kepercayaan Penaksiran Parameter

Selang kepercayaan parameter ξ untuk setiap periode dan musim disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Selang Kepercayaan Parameter ξ pada GPD

Periode	Musim	$\hat{\xi} - Z_{\alpha/2}.SE(\hat{\xi})$	$\hat{\xi} + Z_{\alpha/2}.SE(\hat{\xi})$
I	Hujan	0.00219999999999796	0.00220000000000204
	Kemarau	0.120799136904767	0.120799136904767
	Pancaroba	0.00219999999999475	0.00220000000000525
II	Hujan	0.00219999999999526	0.00220000000000474
	Kemarau	0.0686999195281897	0.0687000804718103
	Pancaroba	0.002199999999995	0.002200000000005

Identifikasi Perubahan Iklim

Berdasarkan aturan Coles (2001), identifikasi perubahan iklim untuk GPD disajikan pada Tabel 7 sebagai berikut

Tabel 7. Identifikasi Perubahan Iklim untuk GPD

Musim	$\hat{\xi}$		Selang Kepercayaan 95%				Perbedaan Distribusi		Perubahan Iklim	
	I	II	I		II		Ya	Tidak	Ya	Tidak
			Ya	Tidak	Ya	Tidak				
Hujan	0,0022	0,0025		√	√		√		√	
Kemarau	0,1208	0,0687		√		√		√	√	
Pancaroba	0,0022	0,0022	√		√			√		√

Berdasarkan Tabel 4.21, identifikasi perubahan iklim untuk setiap musim, yaitu sebagai berikut:

1. Pada musim Hujan, $\hat{\xi}$ untuk Periode II tidak termuat dalam selang kepercayaan Periode I dan ada perbedaan distribusi diantara kedua periode.
2. Pada musim Kemarau, $\hat{\xi}$ untuk periode I tidak termuat pada selang kepercayaan Periode II, dan sebaliknya. Tapi, tidak ada perbedaan distribusi

diantara kedua periode.

3. Pada musim hujan, $\hat{\xi}$ untuk setiap periode termuat dalam selang kepercayaan masing-masing periode. Selain itu, tidak ada perbedaan distribusi diantara kedua periode.

Sehingga, jika dilihat dari salah satu parameter iklim yaitu curah hujan, berdasarkan data curah hujan harian ekstrim di Stasiun Jatiwangi Jawa Barat menggunakan GPD dapat disimpulkan bahwa pada musim hujan dan musim kemarau terjadi perubahan iklim.

Perubahan iklim dapat mempengaruhi asepk kehidupan manusia. Misalkan pada bidang pertanian yaitu produktivitas pertanian yang dipengaruhi oleh ketersediaan air dan berbagai unsur iklim yang dapat menyebabkan tingkat hasil dan mutu produksi pertanian yang diperoleh kurang memuaskan dan bahkan mengalami kegagalan. Sehingga, dengan mengetahui adanya perubahan iklim maka dapat bermanfaat untuk menentukan waktu tanam dan menentukan jenis tanaman yang sesuai (Wahyuningsih dalam BAPPENAS, 2014).

D. Kesimpulan

Berdasarkan data curah hujan harian stasiun Jatiwangi pada Januari tahun 1985 sampai Desember tahun 2010, berdasarkan parameter iklim yaitu curah hujan dapat disimpulkan bahwa pada musim hujan dan musim kemarau terjadi perubahan iklim.

Daftar Pustaka

Aldrian, E. dan Susanto, R.D. (2003). *Identification of Three Dominant Rainfall Region within Indonesia and their Relationship to Sea Surface Temperature.* International Journal of Climatology. Wiley InterScience.

BMKG. (2011). *Analisis Hujan Bulan Oktober 2011 dan Prakiraan Hujan Bulan Desember 2011, Januari 2011, dan Februari 2012.* Provinsi DKI Jakarta.

Chaves, D.V., dan Embrechts, P. (2002). *Smooth External Models for Operasional Risk.* Financial Valuation and Risk Management Working Paper Series. 135.

Coles SG. Dan Tawn JA. (1996). *A Bayesian Analysis of Extreme Rainfall Data.* Apllied Statistics. 45:463-478.

Coles, S. (2001). *An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values.* London: Springer-Verlag.

Daniel, W. (1989). *Statistika Nonparametrik Terapan.* Jakarta : PT Gramedia.

Gilli, M. dan Kellezi, E. (2006). *An Apllication of Extreme Value Theory for Measuring Financial Risk.* Computational Economics. 27:207-228.

Hosking, JRM. Wallis JR., dan Wood EF. (1985). *Estimation of the Generalized Extreme Value Distribution by the Method of Probability-Weighted Moments.*Thecnometrics. August 1985. Vol. 2. No. 3. Hal. 251-261.

Lakitan, B. (2002). *Dasar-Dasar Klimatologi.* Cetakan Kedua. Jakarta : Raja Grafindo Persada.

Omey, E., Mallor, F., dan Nualart, E. (2009). *An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values Application to Calculate Extreme Wind Speeds.* Hogeschool Universiteit Brussel.

Perteson, L., dan G. Haug. (2005). *Climate and the Collapse of Maya Civilization : A series of multi-year drought helped to doom an ancient culture.* Sigma Xi, The Scientific Research Society.

Rahayu, A. (2011). *Estimasi dan Pengujian Distribusi Generalized Extreme Value (GEV) (Studi Kasus : Identifikasi Perubahan Iklim di Jawa).*Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Sadik, K. (1999). *Pemodelan Nilai Ekstrim Terampat untuk Proses Lingkungan (Studi Kasus pada Curah Hujan Harian)[Tesis]*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Sugiyono. (2005). *Statistika Nonparametrik untuk Penelitian.* Bandung : Alfabeta.

World Climate Conference. (1979). *A Conference of Experts on Climate.* Proceedings World Climate Conference 12-23 February 1979: Geneva.