MODEL CURAH HUJAN EKSTREM DI KOTA SEMARANG MENGGUNAKAN ESTIMASI MOMENT PROBABILITAS TERBOBOTI

Agus Rusgiyono[1], Triastuti Wuryandari[2], Annisa Rahmawati[3]
[1,2]Staf Pengajar Jurusan Statistika FSM Universitas Diponegoro
[3]Mahasiswa Jurusan Statistika FSM Universitas Diponegoro

Abstract

The methods is used to analyze extreme rainfall is the Extreme Value Theory (EVT). One of the approaches of EVT is the Block Maxima (BM) which it follows the distribution of Generalized Extreme Value (GEV). In this study, the dasarian rainfall data of 1990-2013 in the Semarang City is divided based on block monthly and examined in October, November, December, January, February, March and April. The resulted blocks are 24 with 3 observations each block. Parameter shape, location and scale are estimated Probability Weight Moments (PWM) methodes The result of this study are January has the greatest occurrence chance of extreme value, estimated of parameter shape 0,3840564, location 138,8152989 and scale 68,6067117. In addition, the alleged maximum value of dasarian rainfall obtained in a period of 2, 3, 4, 5 and 6 years are 243,45753 mm, 308,23559 mm, 357,26996 mm, 397,96557 mm and 433,28889 mm respectively.

Keywords: Rainfall, Extreme Value Theory, Block Maxima, Generalized Extreme Value, Probability Weight Moments

1. Pendahuluan

Curah hujan adalah ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) milimeter, artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter dalam jangka waktu tertentu[10].

Kajian mengenai curah hujan sangat penting untuk dianalisis agar dapat mengurangi dampak yang ditimbulkan dari perubahan curah hujan ekstrem. Dampak yang dapat ditimbulkan dari perubahan curah hujan ekstrem antara lain banjir, wabah penyakit, gangguan kesehatan, gangguan di bidang transportasi seperti terganggunya jadwal penerbangan pesawat dan jadwal keberangkatan kereta api, pasang naik air laut dan gagal panen.

Menurut Coles dan Tawn (1996) dalam Wahyudi (2011), metode statistika yang dikembangkan berkaitan dengan analisis kejadian ekstrem adalah Teori Nilai Ekstrem atau *Extreme Value Theory* (EVT). Ada dua metode yang digunakan dalam EVT adalah Blok Maksimal (BM) dari Nilai Ekstrem Terampat atau *Generalized Extreme Value* (GEV) dan Batas Ambang Atas atau *Peaks Over Threshold* (POT) dari Distribusi Pareto Terampat atau *Generalized Pareto Distribution* (GPD). Teori Nilai Ekstrem bermanfaat dalam melihat karakteristik nilai ekstrem karena berfokus pada perilaku ekor (*tail*) distribusi dalam menentukan probabilitas nilai-nilai ekstrem[11].

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti menggunakan EVT dengan pendekatan BM dari GEV untuk menganalisis data curah hujan dasarian Kota Semarang Tahun 1990-2013. Estimasi parameter yang digunakan adalah Moment Probabilitas Terboboti atau *Probability Weighted Moments* (PWM).

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Teori Nilai Ekstrem

Teori Nilai Ekstrem (EVT) secara luas digunakan dalam upaya menaksir terjadinya nilai ekstrem dalam finansial, asuransi, hidrologi dan klimatologi. Dalam kaitannya dengan klimatologi, EVT dapat meramalkan terjadinya kejadian ekstrem pada data berekor panjang (*heavy-tail*). Ekor panjang yaitu ekor distribusi turun secara lambat apabila dibandingkan dengan distribusi normal. Implikasinya adalah peluang terjadinya nilai ekstrem akan lebih besar daripada pemodelan dengan distribusi normal[5].

Pada umumnya terdapat dua cara untuk mengidentifikasi nilai-nilai ekstrem. Metode pertama, BM yaitu dengan mengambil nilai-nilai maksimum dalam suatu periode, misalnya periode bulanan atau tahunan. Pengamatan atas nilai-nilai ini dianggap sebagai nilai-nilai ekstrem. Metode kedua, POT yaitu dengan mengambil nilai-nilai yang melampaui suatu nilai ambang. Seluruh nilai-nilai yang melampaui ambang μ dianggap sebagai nilai-nilai ekstrem[4].

Wahyudi (2011) dalam penelitiannya di daerah sentra produksi pertanian di Kabupaten Ngawi yang mengidentifikasi curah hujan ekstrem. Dalam penelitiannya, perilaku ekor distribusi menunjukkan bahwa dalam beberapa kasus iklim (curah hujan, suhu, kecepatan angin, kelembaban) memiliki ekor yang panjang (*heavy-tail*) artinya ekor distribusi menurun secara lambat, akibatnya peluang terjadinya nilai ekstrem yang dihasilkan pun besar[11].

Penelitian menggunakan metode EVT juga sudah pernah dilakukan sebelumnya. Prang (2006) mengidentifikasi curah hujan ekstrem di wilayah Bogor dan diperoleh kesimpulan bahwa Metode Maksimum Likelihood lebih baik dibandingkan dengan Metode Kuadrat Terkecil[8]. Yustika (2013) mengestimasi parameter GPD pada kasus identifikasi perubahan iklim di sentra produksi padi Jawa Timur dan diperoleh kesimpulan bahwa estimasi parameter menggunakan Metode Maksimum Likelihood menghasilkan bentuk persamaan yang tidak *closed form* sehingga diselesaikan menggunakan Iterasi Newton Raphson[12].

2.2. Model Nilai Ekstrem

Dalam penelitian ini digunakan model yang mewakili data dengan berlandasan teori nilai ekstrem. Model ini berfokus pada perilaku statistik dari

$$M_n = \max\{X_1, \ldots, X_n\}$$

dengan $X_{(1)}, \ldots, X_{(n)}$ merupakan variabel acak independen terurut yang mempunyai fungsi distribusi H[1].

Pada fungsi distribusi $\mathrm{M_n}$ untuk semua nilai *n* dapat diturunkan secara eksak sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mathrm{P}\{\mathrm{M_n} \leq z\} &= \mathrm{P}\{X_1 \leq z, \ldots, X_n \leq z\} \\ &= \mathrm{P}\{X_1 \leq z\} \times \ldots \times \mathrm{P}\{X_n \leq z\} \\ &= \{H(z)\}^n \end{aligned}$$

Menurut Coles (2001) berdasarkan H^n untuk setiap $n \to \infty$ dan $z < z_+$ dimana z_+ nilai batas atas H, maka untuk $H^n(z) \to 0$ diperoleh distribusi $\mathrm{M_n}$ yang menurun (*degenerate*) untuk z_+. Untuk mengatasi distribusi $\mathrm{M_n}$ yang menurun (*degenerate)* digunakan transformasi linier sebagai berikut

$$\mathrm{M_n^*} = \frac{\mathrm{M_n} - b_n}{a_n}$$

dengan konstanta terurut $\{a_n > 0\}$ dan $\{b_n\}$ subset bilangan rill.

Batas rentang distribusi yang mungkin untuk M_n^* diberikan oleh Teorema 1.

Teorema 1[1]:
Diketahui konstanta terurut $\{a_n > 0\}$ dan $\{b_n\}$ subset bilangan rill sehingga:

$$P\left\{\frac{(M_n - b_n)}{a_n} \leq z\right\} \rightarrow G(z) \ dengan\ n \rightarrow \infty$$

Penjelasan Teorema tersebut, yaitu jika G adalah fungsi distribusi tidak menurun (*nondegenerate*), maka G mengikuti salah satu keluarga berikut ini:

$$\text{I} \ : G(z) = \exp\left\{-\exp\left[-\left(\frac{z-b}{a}\right)\right]\right\}, -\infty < z < \infty$$

$$\text{II} \ : G(z) = \begin{cases} 0 & , \quad z \leq b \\ \exp\left\{-\left(\frac{z-b}{a}\right)^{-\alpha}\right\} & , \quad z > b \end{cases}$$

$$\text{III} : G(z) = \begin{cases} \exp\left\{-\left[-\left(\frac{z-b}{a}\right)^{\alpha}\right]\right\} & , \quad z < b \\ 1 & , \quad z \geq b \end{cases}$$

untuk parameter $a > 0,\ b$ bilangan rill dan dalam kasus keluarga II dan III, $\alpha > 0$. Dari ketiga keluarga distribusi tersebut dinamakan distribusi nilai ekstrem dengan tipe I, II dan III yang secara luas dikenal sebagai keluarga Gumbel, Frechet dan Weibull.

2.3. Distribusi Nilai Ekstrem Terampat

Menurut Coles (2001) analisis yang lebih baik dapat dilakukan dengan formulasi ulang model dalam Teorema 1. Formulasi ulang dimaksudkan untuk memeriksa keluarga Gumbel, Frechet dan Weibull karena dapat dikombinasikan menjadi satu model keluarga yang memiliki fungsi distribusi kumulatif sebagai berikut[1]:

$$G(z) = \begin{cases} \exp\left\{-\left[1+\xi\left(\frac{z-\mu}{\sigma}\right)\right]^{\frac{-1}{\xi}}\right\} & , \xi \neq 0 \\ \exp\left\{-\exp\left[-\left(\frac{z-\mu}{\sigma}\right)\right]\right\} & , \xi = 0 \end{cases}$$

dengan $\left\{z : 1 + \xi\left(\frac{z-\mu}{\sigma}\right) > 0\right\};\ -\infty < \mu < \infty,\ \sigma > 0$ dan $-\infty < \xi < \infty$.

2.4. Momen Probabilitas Terboboti

Menurut Greenwood *et al.* (1979) dalam Rao (2000) Momen Probabilitas Terboboti (PWM) didefinisikan sebagai berikut[9]

$$M_{p,r,s} = E\left[X^p F^r (1-F)^s\right] = \int_0^1 [x(F)]^p F^r (1-F)^s \, dF$$

Terdapat dua momen dengan mempertimbangkan $M_{1,0,s}$ dan $M_{1,r,0}$ sebagai berikut:

$$M_{1,0,s} = \alpha_s = \int_0^1 x(F)(1-F)^s \ dF$$

$$M_{1,r,0} = \beta_r = \int_0^1 x(F)F^r \, dF$$

dengan p, r dan s adalah bilangan rill.

Berdasarkan sampel acak dengan $x_1 \leq x_2 \leq \cdots \leq x_n$, $n > r, n > s$ diperoleh estimasi unbias PWM sebagai berikut:

$$a_s = \hat{\alpha}_s = \widehat{M}_{1,0,s} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \frac{\binom{n-i}{s} x_i}{\binom{N-1}{s}}$$

$$b_r = \hat{\beta}_r = \widehat{M}_{1,r,0} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \frac{\binom{i-1}{r} x_i}{\binom{n-1}{r}}$$

Menurut Hosking *et al.* (1985) Momen Probabilitas Terboboti (PWM) dari distribusi GEV untuk $\xi \neq 0$ sebagai berikut[6]

$$\beta_r = \frac{1}{r+1}\left\{\mu + \frac{\sigma}{\xi}\left(1 - (r+1)^{-\xi}\Gamma(1+\xi)\right)\right\}, \xi > -1$$

Estimasi parameter PWM $\hat{\mu}, \hat{\sigma}, \hat{\xi}$ sebagai berikut:

$$\hat{\xi} = 7.8590\, c + 2.9554\, c^2$$

dengan:

$$c = \frac{2b_1 - b_0}{3b_2 - b_0} - \frac{\log 2}{\log 3}$$

$$\hat{\sigma} = \frac{(2b_1 - b_0)\hat{\xi}}{\{\Gamma(1+\hat{\xi})(1 - 2^{-\hat{\xi}})\}}$$

$$\hat{\mu} = b_0 + \frac{\hat{\sigma}}{\hat{\xi}}\{\Gamma(1+\hat{\xi}) - 1\}$$

2.5. Uji Kesesuaian Distribusi

Pemeriksaan distribusi dengan plot quantil pada umumnya mudah dilakukan karena hanya melihat pola sebaran nilai-nilai ekstrem yang mengikuti garis linier. Jika plot quantil mengikuti garis linier maka distribusi sudah sesuai[7].

Selain dengan plot quantil, bisa digunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Langkah-langkah uji *Kolmogorov-Smirnov* menurut Daniel (1989) adalah[3]:

1. Hipotesis

   $H_0 : S(x) = F_0(x)$ (data telah mengikuti distribusi teoritis $F_0(x)$)

   $H_1 : S(x) \neq F_0(x)$ (data tidak mengikuti distribusi teoritis $F_0(x)$)

2. Statistik Uji

   $$D = sup_x |S(x) - F_0(x)|$$

   dengan:

   $S(x)$ = fungsi distribusi sampel (empirik)

   $F_0(x)$ = fungsi distribusi yang dihipotesiskan (fungsi peluang kumulatif)

   D = supremum $|S(x) - F_0(x)|$, untuk semua x

3. Kriteria Uji

   Tolak H_0 apabila $D > D_{1-\alpha}$

dengan $D_{1-\alpha}$ merupakan nilai kritis yang diperoleh dari tabel *Kolmogorov-Smirnov* pada taraf signifikansi (α).

2.6. Dugaan Nilai Maksimum dalam Jangka Waktu k dengan Periode p

Menurut Gilli dan Kellezi (2006), nilai maksimum yang diharapkan akan dilampaui satu kali dalam jangka waktu k dengan periode p akan mengikuti persamaan berikut[4]:

$$\hat{R}_p^k = \begin{cases} \hat{\mu} - \dfrac{\hat{\sigma}}{\hat{\xi}}\left[1 - \left\{-\log\left(1 - \dfrac{1}{k}\right)\right\}^{-\hat{\xi}}\right] & , \quad \hat{\xi} \neq 0 \\ \hat{\mu} - \hat{\sigma}\log\left\{-\log\left(1 - \dfrac{1}{k}\right)\right\} & , \quad \hat{\xi} = 0 \end{cases}$$

3. Metodologi Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan dasarian Kota Semarang Tahun 1990-2013 yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi Kelas II Ahmad Yani Semarang.

Langkah-langkah analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan data curah hujan dasarian Kota Semarang Tahun 1990-2013
2. Mengidentifikasi data curah hujan dasarian untuk mengetahui adanya data berekor panjang dengan histogram
3. Mengidentifikasi nilai ekstrem menggunakan metode blok maksimal yaitu: menyusun data curah hujan dasarian berdasarkan blok bulanan untuk setiap periode yaitu Oktober, November, Desember, Januari, Februari, Maret dan April
4. Menaksir estimasi parameter menggunakan metode Momen Probabilitas Terboboti (PWM)
5. Menguji kesesuaian distribusi menggunakan plot quantil dan uji *Kolmogorov-Smirnov*
6. Menentukan dugaan nilai maksimum dalam jangka waktu k dengan periode p
7. Membuat kesimpulan

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1. Statistika Deskriptif Curah Hujan di Kota Semarang

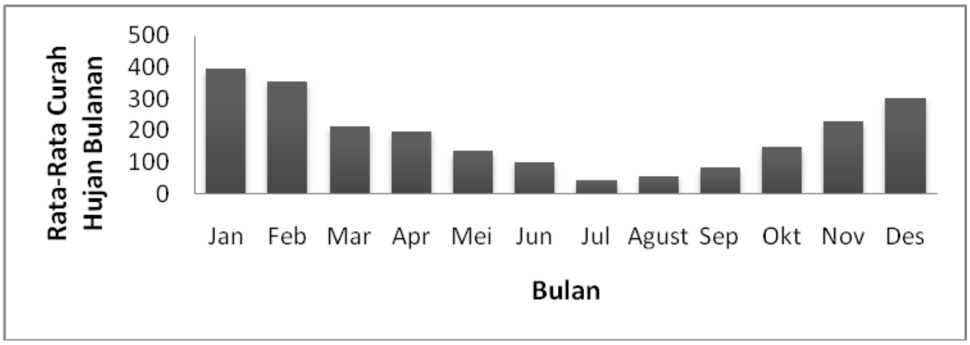
Analisis curah hujan di Kota Semarang menggunakan data curah hujan dasarian tahun 1990-2013 yang terdiri dari 864 data. Statistika deskriptif curah hujan di Kota Semarang disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Statistika Deskriptif Curah Hujan di Kota Semarang

Karakteristik	Nilai
N	864
Rata-Rata (mm/10 hari)	63,222
Minimum (mm/10 hari)	0,0
Maksimum (mm/10 hari)	820,3
Simpangan Baku	68,3696
Kemencengan	2,919
Keruncingan	20,238

4.2. Pola Curah Hujan di Kota Semarang

Pola curah hujan di Kota Semarang disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Pola Curah Hujan di Kota Semarang

Gambar 1 menunjukkan bahwa rata-rata curah hujan bulanan di Kota Semarang tahun 1990-2013 berpola monsunal. Pola monsunal dicirikan oleh tipe curah hujan yang bersifat unimodial (satu puncak musim hujan). Puncak musim hujan di Kota Semarang terjadi pada bulan Januari karena memiliki frekuensi rata-rata curah hujan bulanan tertinggi dibandingkan dengan bulan-bulan lainnya.

4.3. Kriteria Curah Hujan Bulanan

Pengklasifikasian curah hujan bulanan bertujuan untuk mengetahui kriteria hujan yang terjadi pada bulan tertentu dalam kurun waktu 24 tahun sehingga diketahui banyaknya kriteria hujan bulanan yang termasuk dalam kategori rendah, menengah, tinggi dan sangat tinggi. Pengklasifikasian curah hujan bulanan, bulan Oktober, November, Desember, Januari, Februari, Maret dan April disajikan dalam Tabel 2**.**

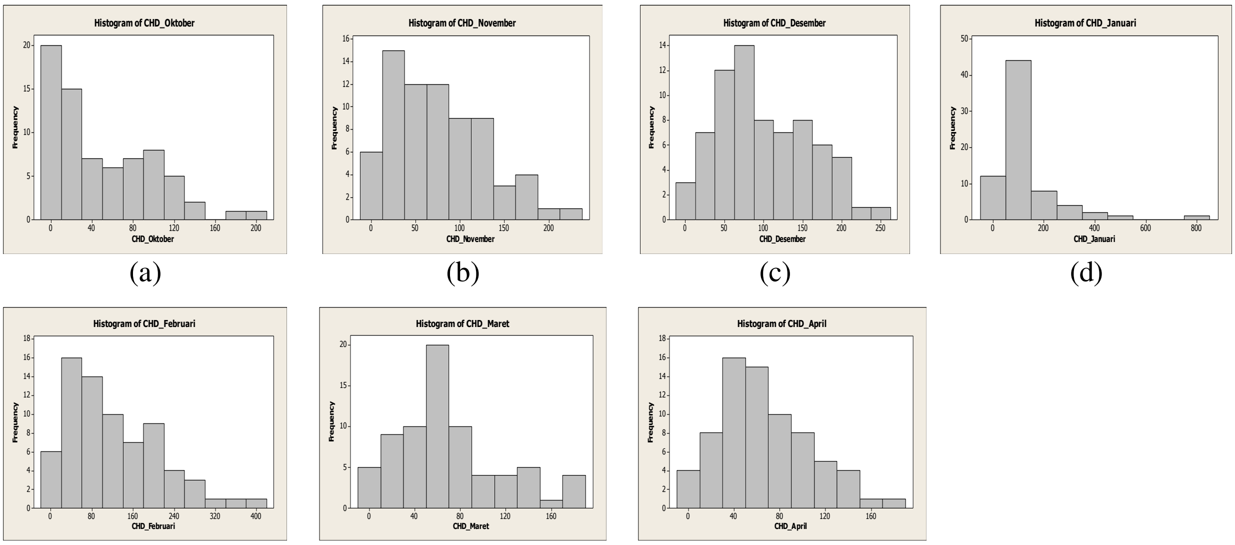
Tabel 2. Kriteria Curah Hujan Bulanan

Bulan	**Kriteria Curah Hujan Bulanan**			
	Rendah	**Menengah**	**Tinggi**	**Sangat Tinggi**
Oktober	10	13	1	0
November	2	17	2	3
Desember	0	13	4	7
Januari	0	10	5	9
Februari	1	9	5	9
Maret	2	18	3	1
April	2	21	1	0

Tabel 2 menunjukkan bahwa bulan Januari memiliki kriteria Curah Hujan Bulanan paling besar dibandingkan dengan keenam bulan lainnya dengan kriteria curah hujan bulanan rendah sebanyak 0 kali, menengah sebanyak 10 kali, tinggi sebanyak 5 kali dan sangat tinggi sebanyak 9 kali.

4.4. Identifikasi Data Berekor Panjang

Pada penelitian ini untuk mengidentifikasi data berekor panjang pada data curah hujan dasarian di Kota Semarang dengan menggunakan histogram. Histogram ketujuh bulan disajikan dalam Gambar 2.



(a) (b) (c) (d)

(e) (f) (g)

Gambar 2. Histogram Curah Hujan Dasarian (a) Oktober, (b) November, (c) Desember, (d) Januari, (e) Februari, (f) Maret dan (g) April

Gambar 2 menunjukkan bahwa histogram curah hujan dasarian pada bulan Oktober, November, Desember, Januari, Februari, Maret dan April tahun 1990-2013 memiliki ekor distribusi yang turun secara lambat. Hal ini mengindikasikan terdapat ekor panjang sehingga ketujuh bulan tersebut terdapat kemungkinan terjadinya nilai ekstrem.

4.5. Pengambilan Nilai Ekstrem Menggunakan Blok Maksimal

Pada penelitian ini, pengambilan nilai ekstrem hanya dilakukan pada periode musim hujan yaitu bulan Oktober, November, Desember, Januari, Februari, Maret dan April. Berdasarkan data curah hujan dasarian tahun 1990-2013, dalam kurun waktu 24 tahun untuk bulan Oktober, November, Desember, Januari, Februari, Maret dan April terdapat blok sebanyak 24 dengan setiap blok terdapat 3 pengamatan.

4.6. Estimasi Parameter Menggunakan Momen Probabilitas Terboboti

Setelah diperoleh nilai ekstrem di setiap bulannya dalam kurun waktu 24 tahun, nilai tersebut diolah menggunakan *software* R 3.0.3 dengan *software packages fExtremes.* Tujuannya adalah untuk mengetahui tipe distribusi pada masing-masing bulan menggunakan distribusi nilai ekstrem terampat dengan estimasi parameter momen probabilitas terboboti. Hasil estimasi parameter menggunakan momen probabilitas terboboti disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Estimasi Parameter Curah Hujan di Kota Semarang

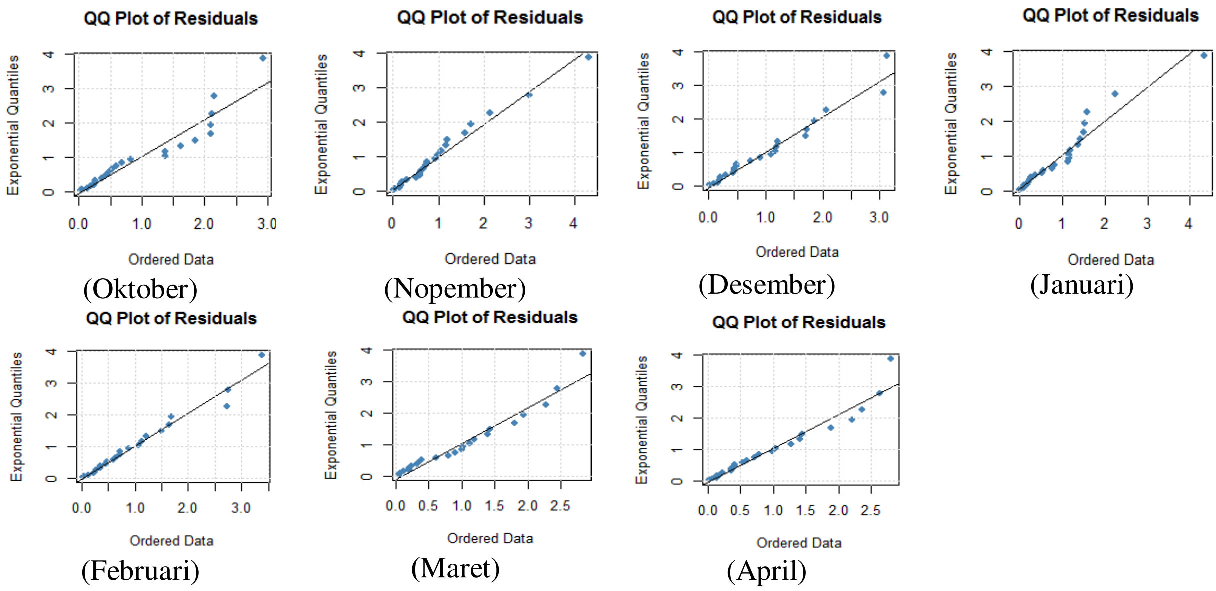
Bulan	Nilai		
	$\hat{\xi}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$
Oktober	-0,184615	62,184985	52,067726
November	-0,226192	105,629957	47,236591
Desember	-0,276023	138,063968	47,955051
Januari	0,384056	138,815299	68,606712
Februari	-0,130400	158,338509	80,299633
Maret	-0,053199	85,926806	39,044256
April	-0,191429	86,171769	37,114691

Tabel 3 menunjukkan bahwa bulan Januari memiliki ekor paling panjang dibandingkan dengan bulan lainnya karena diperoleh estimasi parameter bentuk $(\hat{\xi})$ sebesar 0,3840564. Fungsi distribusi kumulatif bulan Januari sebagai berikut

$$G(z) = \exp\left\{-\left[1 + 0{,}3840564\left(\frac{z - 138{,}8152989}{68{,}6067117}\right)\right]^{\frac{-1}{0{,}3840564}}\right\}$$

4.7. Uji Kesesuaian Distribusi

Pada penelitian ini, untuk menguji kesesuaian distribusi apakah data telah mengikuti distribusi nilai ekstrem terampat digunakan plot quantil dan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Plot quantil curah hujan di Kota Semarang disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Plot Quantil Curah Hujan Tiap Bulan

Gambar 3 menunjukkan bahwa pada ketujuh bulan sebaran titik-titik mengikuti garis linier yang berarti data mengikuti distribusi nilai ekstrem terampat.

Uji *Kolmogorov-Smirnov*

Hipotesis:

$H_0 : S(x) = F_0(x)$ (data telah mengikuti distribusi nilai ekstrem terampat)

$H_1 : S(x) \neq F_0(x)$ (data tidak mengikuti distribusi nilai ekstrem terampat)

Taraf signifikansi: $\alpha = 5\%$

Statistik Uji:

Tabel 4. Nilai D_{hitung} untuk Uji *Kolmogorov-Smirnov*

Bulan	Oktober	November	Desember	Januari	Februari	Maret	April
D_{hitung}	0,12157	0,11487	0,08330	0,13823	0,07645	0,09276	0,05757

Kesimpulan:

Tolak H_0 apabila $D_{hitung} > D_{1-\alpha}$ dengan $D_{1-0{,}05}$ = 0,269. Berdasarkan statistik uji tersebut terlihat bahwa pada ketujuh bulan diperoleh $D_{hitung} < D_{1-\alpha}$. yang artinya pada ketujuh bulan tersebut H_0 diterima. Sehingga data telah mengikuti distribusi nilai ekstrem terampat.

4.8. Dugaan Nilai Maksimum dalam Jangka Waktu k dengan Periode p

Analisis dugaan nilai maksimum dalam jangka waktu k dengan periode p pada data curah hujan dasarian di Kota Semarang tahun 1990-2013 dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar nilai maksimum yang akan terjadi dalam jangka waktu k dengan periode p pada bulan-bulan tertentu. Dugaan nilai maksimum curah hujan dalam jangka waktu 2, 3, 4, 5 dan 6 tahun dengan periode 1990-2013 pada ketujuh bulan tersebut disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Dugaan Nilai Maksimum dalam Jangka Waktu 2, 3, 4, 5 dan 6 Tahun

Bulan	Dugaan Nilai Maksimum dalam Jangka Waktu k Tahun				
	2	3	4	5	6
Oktober	118,25201	139,54941	152,11422	160,91588	167,62718
November	155,29189	173,47242	184,00281	191,28806	196,79058
Desember	187,06897	204,22863	213,95060	220,57685	225,52496
Januari	243,45753	308,23559	357,26996	397,96557	433,28889
Februari	247,57466	283,13471	304,62275	319,92138	331,73198
Maret	131,33568	150,69869	162,80448	171,62459	178,55478
April	125,98020	141,01061	149,85141	156,03176	160,73699

Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan bahwa dugaan nilai maksimum curah hujan bulan Januari paling besar dibandingkan dengan keenam bulan lainnya sehingga bulan Januari memiliki peluang paling besar terjadinya nilai ekstrem untuk setiap tahun.

5. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dipaparkan sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Curah hujan di Kota Semarang berpola monsunal dengan puncak musim hujan terjadi pada bulan Januari. Identifikasi curah hujan di Kota Semarang pada bulan Oktober, November, Desember, Januari, Februari, Maret dan April dengan menggunakan metode blok maksimal diperoleh blok sebanyak 24 dengan setiap blok terdapat 3 pengamatan.
2. Berdasarkan perhitungan estimasi parameter menunjukkan bahwa bulan Januari memiliki ekor paling panjang dibandingkan dengan bulan lainnya.
3. Berdasarkan perhitungan dugaan nilai maksimum curah hujan dalam jangka waktu 2, 3, 4, 5, dan 6 tahun dengan periode 1990-2013 menunjukkan bahwa bulan Januari memiliki peluang terjadinya nilai ekstrem paling besar dibandingkan dengan keenam bulan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Coles, S., *An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values*, Springer-Verlag, London, 2001.
2. Conover, W. J., *Practical Nonparametric Statistics*, John Wiley & Sons Inc., New York, 1971.
3. Daniel, W.W., *Statistika Nonparametrik Terapan*, PT Gramedia, Jakarta, 1989.

4. Gilli, M. dan Kellezi, E., *An Application of Extreme Value Theory for Measuring Financial Risk*, Departement of Econometrics, University of Geneva and FAME CH-1211 Geneva 4, Switzerland, 2006.
5. Hastaryta, R dan Effendie, A.R., Estimasi Value-At-Risk dengan Pendekatan Extreme Value Theory- Generalized Pareto Distribution (Studi Kasus IHSG 1997-2004), *Jurnal Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam*, Vol 16. No. 2. 2006.
6. Hosking, J.R.M., Wallis, J.R. dan Wood, E.F., Estimation of The Generalized Extreme-Value Distribution by the Method of Probability-Weighted Moments, *Techometrics*, Vol 27. No. 3. August 1985.
7. Mallor, Nualart dan Omey, *An Introduction to Statistical Modelling Of Extreme Value Application to Calculate Extreme Wind Speeds*, Hogeschool Universitei Briscel, 2009.
8. Prang, J.D., *Sebaran Nilai Ekstem Terampat dalam Fenomena Curah Hujan*, Program Paca Sarjana IPB. 2006.
9. Rao, A.R. dan Khaled H.H. *Flood Frequency Analysis*. New York : CRC Press. 2000.
10. Stasiun Klimatologi Darmaga Bogor. 2012. *Analisis Hujan dan Indeks Kekeringan Bulan November 2012 dan Prakiraan Hujan Bulan Januari, Februari dan Maret 2013*.
11. Wahyudi. *Identifikasi Curah Hujan Ekstrem di Kabupaten Ngawi Menggunakan Generalized Extreme Value dan Generalized Pareto Distribution*. Jurnal Sains dan Seni ITS. 2011.
12. Yustika, D.W. 2013. *Estimasi Parameter Generalized Pareto Distribution pada Kasus Identifikasi Perubahan Iklim di Sentra Produksi Padi Jawa Timur.* digilib.its.ac.id/public/ITS.