

## Penggunaan metode *L-moment* dalam pemodelan hujan harian maksimum Kota Makassar

Wahidah Sanusi<sup>1</sup>, Muhammad Abdy<sup>2</sup>, Syafruddin Side<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar

**Abstract.** Evaluation of maximum rainfall events is important in the management and planning of water sources which, among others, aim to design a drainage system and abundant water storage. This evaluation can be done through estimation of design rainfall. This rain design is very dependent on the type of distribution of opportunities for rain. Therefore, the purpose of this study was to identify the maximum distribution of rainfall opportunities in the city of Makassar using the L-Moment method. This method provides information about the size of the location, size of the spread, skewness and kurtosis of the distribution of probability data samples. The data used in this study is the annual maximum daily rainfall data of the Paotere Maritime Meteorology rain station in Makassar in the period 1985-2017. This station is selected based on the completeness and length of the data. Based on the good of fit distribution model, it was found that rainfall at the Paotere Maritime Meteorological Station followed the distribution of Generalized Logistics. The results of this study can then be used to estimate design rainfall.

**Keywords:** opportunity distribution; maximum rain; L-Moment; generalized logistics

### 1. PENDAHULUAN

Distribusi peluang bagi data curah hujan mempunyai peranan yang sangat penting dalam memberikan informasi tentang jumlah curah hujan, intensitas hujan atau pun periode ulang. Informasi ini bermanfaat dalam perencanaan bangunan pengendalian banjir, seperti saluran drainase. Selain itu, juga dapat digunakan dalam pemodelan simulasi data hujan, terutama bagi data hujan yang pendek dan terbatas bahkan mungkin tidak ada sama sekali pada periode tertentu. Menurut Triatmodjo (2009) bahwa informasi distribusi peluang curah hujan dapat digunakan untuk mengetahui hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian.

Beberapa peneliti telah mengevaluasi distribusi peluang data curah hujan pada suatu kawasan. Seperti May (2004) telah memilih distribusi Gamma dalam menggambarkan karakteristik hujan. Selain distribusi tersebut, beberapa distribusi peluang yang sering digunakan, antara lain distribusi Gumbel, Pearson Type III, Weibull, Nilai Ekstrim Tergeneralisasi, Pareto Tergeneralisasi dan Logistik Tergeneralisasi (Hosking & Wallis, 1997).

Kysely & Picek (2007) telah menemukan bahwa distribusi peluang Nilai Ekstrim Tergeneralisasi (GEV) lebih sesuai dengan data jumlah hujan ekstrim di kawasan timur laut Republik Czech dibanding dengan distribusi peluang lain. Singh & Guo (1997) telah menyatakan bahwa distribusi peluang Pareto Tergeneralisasi (GPA) dapat digunakan dalam kajian nilai ekstrim. Demikian pula, Shabri & Ariff (2009) telah menemukan bahwa distribusi peluang Logistik Tergeneralisasi (GLO) paling sesuai digunakan bagi data hujan maksimum tahunan di Selangor. Sementara itu, Distribusi Pearson Type III (PE3) sering digunakan bagi

data hujan ekstrim (Soewarno 1995). Berdasarkan hal tersebut, maka dalam penelitian ini digunakan lima jenis distribusi peluang, yaitu Gumbel, GEV, GPA, GLO, dan PE3.

Pada umumnya, para peneliti iklim menggunakan uji Anderson-Darling dan uji Kolmogorov-Smirnov untuk mengidentifikasi distribusi peluang data curah hujan yang diasumsikan tidak berdistribusi normal. Namun demikian, menurut Buishand (1991) bahwa kedua uji tersebut pada umumnya tidak cukup kuat (*powerfull*) dalam menentukan kesignifikan distribusi yang diasumsikan. Berdasarkan hal tersebut von Stoch & Zwiers (1999) menyarankan penggunaan metode *L-moments* untuk mengidentifikasi distribusi peluang yang mempunyai momen statistik yang lebih tinggi. Metode *L-moment* pertama kali diperkenalkan oleh Hosking & Wallis (1997). Kelebihan metode ini adalah selain dapat digunakan untuk ukuran sampel kecil, seperti 20, juga merupakan metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi distribusi peluang yang mempunyai tiga atau lebih parameter (Marx & Kinter 2007). Beberapa peneliti iklim yang telah menggunakan metode *L-moment* untuk menyuaikan distribusi peluang hujan ekstrim, antara lain Deka et al. (2009) dan Modarres (2010).

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka dalam tulisan ini digunakan metode *L-moment* untuk memodelkan distribusi peluang hujan maksimum kota Makassar.

### 2. METODE PENELITIAN

#### A. Distribusi Peluang

Ada beberapa bentuk fungsi distribusi yang sering digunakan dalam analisis data hujan, antara lain (Soewarno 1995):

1) Distribusi kumulatif Gumbel

Distribusi Gumbel atau biasa juga disebut dengan distribusi Nilai Ekstrim Type I. Distribusi Gumbel dengan  $\xi$  paramater lokasi dan  $\alpha$  parameter skala mempunyai fungsi distribusi kumulatif sebagai berikut:

$$F(x) = \exp \left[ -\exp \left( -\frac{x-\xi}{\alpha} \right) \right], \quad (1)$$

$-\infty < x < \infty$ .

2) Distribusi kumulatif GEV

Distribusi GEV dengan  $\xi$  paramater lokasi,  $\alpha$  parameter skala dan  $\kappa$  parameter bentuk mempunyai fungsi distribusi kumulatif sebagai berikut:

$$F(x) = \exp[-\exp(-y)], \quad (2)$$

dimana:

$$y = -\kappa^{-1} \log \left( 1 - \frac{\kappa}{\alpha} (x - \xi) \right)$$

Untuk  $\kappa < 0$ , nilai-nilai  $x$  terletak dalam interval  $\left( \xi + \frac{\alpha}{\kappa} \right) < x < \infty$ , untuk  $\kappa > 0$ ,  $-\infty < x < \left( \xi + \frac{\alpha}{\kappa} \right)$  dan untuk  $\kappa = 0$  distribusi GEV merupakan distribusi Gumbel.

3) Distribusi kumulatif GPA

Distribusi GPA dengan  $\xi$  paramater lokasi,  $\alpha$  parameter skala dan  $\kappa$  parameter bentuk mempunyai fungsi distribusi kumulatif sebagai berikut:

$$F(x) = 1 - \exp(-y), \quad (3)$$

dimana

$$y = -\kappa^{-1} \log \left( 1 - \frac{\kappa}{\alpha} (x - \xi) \right)$$

Untuk  $\kappa < 0$ , nilai-nilai  $x$  terletak dalam interval  $\left( \xi + \frac{\alpha}{\kappa} \right) \leq x < \infty$ , untuk  $\kappa > 0$ ,  $-\infty < x < \left( \xi + \frac{\alpha}{\kappa} \right)$  dan untuk  $\kappa = 0$  distribusi GPA merupakan distribusi eksponensial, serta untuk  $\kappa = 1$  distribusi GPA merupakan distribusi seragam.

4) Distribusi kumulatif GLO

Distribusi GLO dengan  $\xi$  paramater lokasi,  $\alpha$  parameter skala dan  $\kappa$  parameter bentuk mempunyai fungsi distribusi kumulatif sebagai berikut:

$$F(x) = \frac{1}{1 - \exp(y)}, \quad (4)$$

dimana

$$y = -\kappa^{-1} \log \left( 1 - \frac{\kappa}{\alpha} (x - \xi) \right)$$

Untuk  $\kappa < 0$ , nilai-nilai  $x$  terletak dalam interval  $\left( \xi + \frac{\alpha}{\kappa} \right) \leq x < \infty$ , untuk  $\kappa > 0$ ,  $-\infty < x < \left( \xi + \frac{\alpha}{\kappa} \right)$  dan untuk  $\kappa = 0$  distribusi GPA merupakan distribusi logistik.

5) Distribusi kumulatif PE3

Distribusi PE3 dengan  $\xi$  paramater lokasi,  $\alpha$  parameter skala dan  $\kappa$  parameter bentuk mempunyai fungsi distribusi kumulatif sebagai berikut:

$$F(x) = \frac{1}{\alpha \Gamma(\kappa)} \int_0^x \left( \frac{y-\xi}{\alpha} \right)^{\kappa-1} \exp \left( -\frac{y-\xi}{\alpha} \right) dy, \quad (5)$$

B. L-Moment

*L-moments* merupakan ringkasan statistik sampel yang analog dengan momen biasa (Hosking & Wallis 1997). *L-moments* ini memberikan informasi tentang

ukuran lokasi, ukuran penyebaran, skewness, kurtosis dan hal lainnya dari bentuk (shape) distribusi peluang sampel data. *L-moments* dihitung secara linear dan memberikan estimasi yang teguh (*robust*) bagi data dibandingkan menggunakan metode lain (Eslamian & Feizi 2007).

Misalkan  $x_{1:n} \leq \dots \leq x_{n:n}$  adalah sampel terurut dan  $n$  adalah ukuran sampel. Hosking & Wallis (1997) memberikan estimator untuk  $\beta_r$ , sebagai berikut:

$$\beta_r = \hat{\beta}_r = \frac{1}{n} \sum_{j=r+1}^n \frac{(j-1)(j-2) \dots (j-r)}{(n-1)(n-2) \dots (n-r)} x_{j:n}, \quad (6)$$

$r = 1, 2, \dots$

Empat momen pertama diberikan sebagai berikut:

$$\lambda_1 = b_0 \quad (7)$$

$$\lambda_2 = 2b_1 - b_0 \quad (8)$$

$$\lambda_3 = 6b_2 - 6b_1 + b_0 \quad (9)$$

$$\lambda_4 = 20b_3 - 30b_2 + 12b_1 - b_0 \quad (10)$$

dimana  $\lambda_1$  merupakan ukuran lokasi (*L-mean*) dan  $\lambda_2$  merupakan *L-scale*.

Hosking & Wallis (1997) mendefinisikan rasio *L-moment* dalam analisis ekstrim bidang hidrologi sebagai berikut:

$$\tau = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}, \quad 0 \leq \tau < 1, \quad (11)$$

$$\tau_3 = \frac{\lambda_3}{\lambda_2}, \quad (12)$$

$$\tau_4 = \frac{\lambda_4}{\lambda_2}, \quad (13)$$

dimana  $\tau$  adalah koefisien variasi (*L-C<sub>v</sub>*),  $\tau_3$  adalah skewness (*L-C<sub>s</sub>*) dan  $\tau_4$  adalah kurtosis (*L-C<sub>k</sub>*).

C. Sumber Data

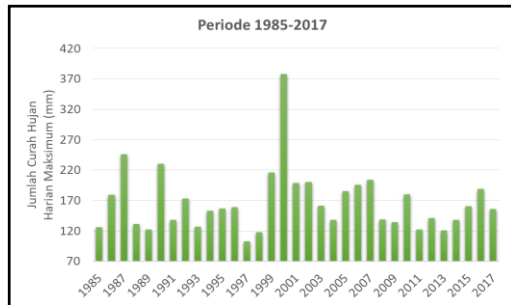
Data yang digunakan adalah data curah hujan harian dari Stasiun Maritim Meteorologi Paotere Makassar selama 33 tahun, yaitu periode 1985 hingga 2017. Data tersebut diperoleh dari BMKG Wilayah IV Propinsi Sulawesi Selatan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini digunakan data curah hujan harian dalam kurun waktu 33 tahun. Selanjutnya data harian tersebut ditentukan nilai maksimum setiap tahunnya dan diperoleh hasil seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 1. Hasil tersebut menunjukkan bahwa setiap tahun dalam periode 1985-2017 diperoleh hujan harian maksimum melebihi 100 mm yang mana hasil ini termasuk dalam kategori hujan yang sangat lebat (Triatmodjo, 2009). Nilai maksimum terjadi pada tahun 2000 dengan jumlah curah hujan harian maksimum sebesar 378 mm dan nilai minimum sebesar 103 mm pada tahun 1997.

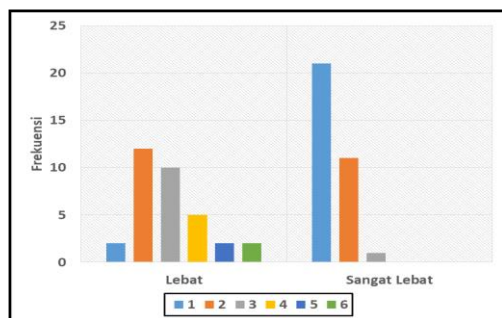
Gambar 1 menampilkan durasi maksimum hujan harian setiap tahunnya berdasarkan kategori hujan lebat (50 mm-100 mm) dan sangat lebat (>100 mm). Durasi maksimum hujan lebat berkisar dari 1-6 hari. Pada umumnya kota Makassar mengalami hujan lebat selama dua hari dengan frekuensi 1-3 kali dalam setahun. Durasi hujan lebat sebesar 2 hari berarti bahwa Kota

Makassar mengalami hujan lebat selama 2 hari berturut-turut. Sementara itu, durasi 6 hari terjadi pada tahun 1993 dan 2017, namun hanya terjadi masing-masing satu kali pada tahun tersebut.



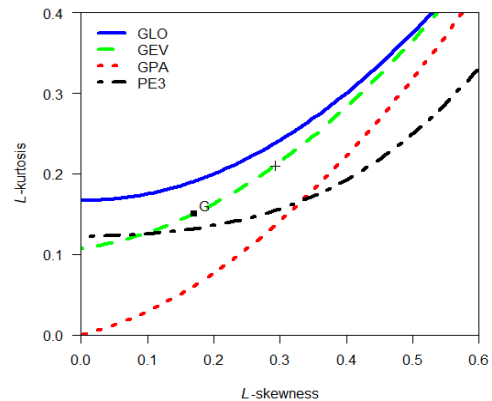
Gambar 1. Distribusi hujan maksimum

Gambar 1 juga menunjukkan bahwa durasi maksimum hujan sangat lebat setiap tahunnya dalam kurun waktu 1985-2017 adalah dari 1 hari sampai 3 hari. Durasi maksimum 1 hari lebih sering terjadi di kota Makassar. Namun demikian pada tahun 2017 pernah mengalami durasi maksimum hujan sangat lebat selama 3 hari, meskipun hanya satu kali dalam tahun tersebut.



Gambar 2. Durasi maksimum

Penentuan model distribusi peluang data curah hujan harian maksimum yang sesuai untuk data dilakukan dengan menggunakan metode *L-Moment*, yaitu melalui diagram rasio *L-moment*. Diagram ini merupakan alat visualisasi yang berfungsi untuk mengidentifikasi kandidat distribusi dan juga merupakan uji *good of fit* suatu distribusi (Modarres 2010; Dodangeh et al., 2011). Diagram rasio *L-Moment* merupakan plot antara  $L-C_k$  dan  $L-C_s$ . Untuk distribusi peluang yang mempunyai dua parameter diplot sebagai satu titik pada diagram, sementara untuk tiga parameter diplot sebagai sebuah garis. Distribusi yang sesuai diperoleh jika titik  $(\tau_3, \tau_4)$  terletak di atas garis kandidat distribusi dan jarak antara titik  $(\tau_3, \tau_4)$  dan titik  $(\tau_3, \tau_4^{Dist})$  adalah yang paling dekat, dimana  $\tau_4^{Dist}$  merupakan nilai kurtosis kandidat distribusi (Hosking & Wallis 1997).



Gambar 3. Diagram rasio *L-moment*

Dalam Gambar 3 terlihat bahwa kurva untuk distribusi GLO berada di atas kurva distribusi yang lain, sehingga disimpulkan bahwa model distribusi peluang Logistik Tergeneralisasi adalah yang paling sesuai untuk data curah hujan harian maksimum kota Makassar dimana tiga parameter distribusi peluang tersebut masing-masing  $\xi = 155.339$ ,  $\alpha = 22.299$  dan  $\kappa = -0.293$ , sehingga model distribusinya adalah  $F(x) = \frac{1}{1 - (0.013x - 1.041)^{4.36}}$ , dimana  $x$  merupakan jumlah curah hujan harian maksimum tahunan.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa dalam periode 1985-2017, Kota Makassar telah mengalami hujan sangat lebat pada bulan Oktober hingga Mei. Berdasarkan model distribusi yang diperoleh bahwa curah hujan harian maksimum Kota Makassar mengikuti distribusi Logistik Tergeneralisasi.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Rektor Universitas Negeri Makassar atas bantuan dana melalui hibah PNBPN 2018 dengan nomor kontrak: 2565/UN36/LT/2018 dan 2566/UN36/LT/2018. Terima kasih pula kepada staf BMKG Wilayah IV Propinsi Sulawesi Selatan atas kesediaannya menyiapkan data curah hujan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Buishand, T.A. (1991). Extreme rainfall estimation by combining data from several sites. *Hydrologkal Sciences*, 36(4): 345-362.
- Deka, S., Borah, M., and Kakaty, S.C. (2009). Distributions of annual maximum rainfall series in North-West India. *European Water*, 27/28: 3-14.
- Dodangeh, E., Shaob, Y., and Daghestanic, M. (2011). L-Moments and fuzzy cluster analysis of dust storm frequencies in Iran. *Aeolian Research*, doi: 10.1016/j.aeolia.2011.10.004.
- Eslamian, S.S., and Feizi, H. (2007). Maximum monthly rainfall analysis using L-moments for an arid region in Isfahan province, Iran. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 46: 496-503.



- Hosking, J.R.M. and Wallis, J.R. (1997). *Regional frequency analysis: An approach based on L-moments*. London: Cambridge University Press.
- Kysely, J. and Picek, J. (2007). Probability estimates of heavy precipitation events in a flood-prone central-European region with enhanced influence of Mediterranean cyclones. *Advances in Geosciences* 12: 43-50.
- May, W. (2004). Variability and extremes of daily rainfall during the Indian summer monsoon in the period 1901-1989. *Global and Planetary Change* 44: 83-105.
- Marx, L., and Kinter, J.L. (2007). Estimating the representation of extreme precipitation events in atmospheric general circulation models using L-Moments. Vol. 250. Center for Ocean-Land-Atmosphere Studies.
- Modarres, R. (2010). Regional dry spells frequency analysis by L-moment and multivariate analysis. *Water Resour Manage*, 24: 2365-2380.
- Shabri, A. and Ariff, N.M. (2009). Frequency analysis of maximum daily rainfalls via Lmoment approach. *Sains Malaysiana* 38 (2):149-158.
- Singh, V.P. and Guo, H. (1997). Parameter estimation for 2-parameter generalized pareto distribution by Pome. *Stochastic Hydrology and Hydraulics* 11: 211-227.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik untuk Analisis Data, Jilid I*. Bandung: Penerbit Nova.
- Triatmodjo, B. (2009). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Penerbit Beta Offset.
- Von Storch, H., and Zwiers, F. W. (1999). *Statistical Analysis in Climate Research*. Cambridge: University Press.