

INTERPOLASI CURAH HUJAN EKSTRIM MENGGUNAKAN MODEL SPATIAL DI PROVINSI JAWA BARAT

Rahmi Lathifah Islami¹, Pardomuan Robinson Sihombing²

¹Universitas Padjadjaran, ²Badan Pusat Statistik
e-mail: 2robin_sihombing@yahoo.com

Abstrak

Curah hujan ekstrim merupakan aspek yang penting untuk dikaji akibat dampaknya yang dapat merugikan. Kendala yang ada adalah belum tentu ada nilai ekstrim di setiap lokasi, sehingga diperlukan suatu pewilayahan yang dapat menjelaskan secara khusus mengenai curah hujan ekstrim dari segi dependensi lokasi, serta pola hujan ekstrim secara spasial. Tujuan penelitian, ini membangun suatu perwilayahan khusus curah hujan ekstrim di wilayah Jawa Barat pada periode Desember 2017-Februari 2018. Salah satu metode yang digunakan untuk menduga data curah hujan yang tidak lengkap adalah dengan teknik interpolasi. Terdapat beberapa metode yang bisa digunakan untuk melakukan interpolasi di antaranya Kriging dan Thin Plate Splines. Dalam penelitian ini akan membandingkan kedua metode tersebut berdasarkan nilai GVC-nya. Hasil yang didapat berdasarkan nilai GCV, metode Thin Plate Splines lebih baik digunakan untuk membangun perwilayahan khusus curah hujan ekstrim di wilayah Jawa Barat pada periode Desember 2017-Februari 2018.

Kata kunci: Hujan Ekstrim, Kriging, Thin Plate Splines

Abstract

Extreme rainfall is an important aspect to study due to its detrimental impacts. The existing constraint is that there is not necessarily an extreme value in every location, so that a zoning is needed that can specifically explain extreme rainfall in terms of location dependency, as well as spatial extreme rainfall patterns. The purpose of this research is to build a special area for extreme rainfall in the West Java region in the period December 2017-February 2018. One of the methods used to estimate incomplete rainfall data is the interpolation technique. There are several methods that can be used to perform interpolation, including Kriging and Thin Plate Splines. In this study, the two methods will be compared based on the GVC value. The results obtained are based on the GCV value, the Thin Plate Splines method is better used to build special areas for extreme rainfall in the West Java region in the period December 2017-February 2018.

Keywords: Extreme Rain, Kriging, Thin Plate Splines

PENDAHULUAN

Cuaca dan iklim adalah unsur geografis yang selalu menarik untuk dibahas karena sangat memengaruhi kehidupan manusia. Salah satu parameter cuaca dan iklim yang penting adalah curah hujan. Curah hujan memiliki peran penting misalkan saja dalam bidang pertanian, namun juga kerap menjadi sumber bencana. Tingginya curah hujan di wilayah Indonesia menyebabkan wilayah ini rentan terhadap bencana banjir. Jika dilihat dari dampak yang ditimbulkan maka kajian cuaca dan iklim ekstrim perlu dikembangkan di Indonesia (lintang rendah), khususnya Provinsi Jawa Barat karena dinamika atmosfer di wilayah Indonesia memang lebih sulit diprediksi dibandingkan negara-negara di lintang menengah dan tinggi.

Provinsi Jawa Barat memiliki kondisi topografi yang cukup kompleks sehingga pengaruhnya sangat besar terhadap variasi hujan secara spasial, adanya pegunungan yang berhadapan dengan sumber uap air seperti lautan akan meningkatkan curah hujan di wilayah pegunungan tersebut terutama pada bagian depan yang menghadap arah angin, karena pada wilayah tersebut uap air akan terangkat naik karena adanya gunung dan membentuk awan (Masruroh, 2013). Dengan demikian, penting untuk mempelajari informasi dan pengetahuan tentang cuaca dan iklim. Dengan mengetahui pola cuaca ekstrim maka dampak dari kejadian ekstrim tersebut dapat diantisipasi sedini mungkin. Selain itu pengetahuan yang bagus tentang cuaca dan iklim, terutama kejadian cuaca dan iklim juga berguna bagi bidang pertanian dan hidrologi.

Pada tahun 2017-2018 Badan Nasional Penanggulangan Bencana mencatat telah terjadi 152 kali kejadian banjir di Jawa Barat yang merupakan angka kasus tertinggi keempat diseluruh Indonesia. Hal tersebut terjadi karena curah hujan yang cukup tinggi di Jawa Barat. Berdasarkan amplitudo dan fase tahunan, Indonesia diklasifikasikan ke dalam empat wilayah klimatologi, yaitu: Desember-Januari-Februari (DJF), Maret-April-Mei

(MAM), Juni-Juli- Agustus (JJA) dan September-Oktober-November (SON). Jawa Barat merupakan wilayah klimatologi DJF (Hendon, 2003 dalam Rustiana, 2018). Hal tersebut juga didukung oleh penelitian Rinaldi (2018) yang diketahui curah hujan di Jawa barat memiliki fase ekstrim baik dalam hal frekuensi maupun curahnya selama bulan Desember-Januari-Februari.

Curah hujan ekstrim merupakan aspek yang penting untuk dikaji akibat dampaknya merugikan. Jika curah hujan yang ekstrim terjadi maka salah satu dampaknya adalah bencana banjir dan tanah longsor yang dapat merugikan baik bagi masyarakat, sehingga penting untuk diketahui tentang kondisi cuaca hujan ekstrim. Kendala yang ada adalah belum tentu ada nilai ekstrim di setiap lokasi, sehingga diperlukan suatu pewilayahan yang dapat menjelaskan secara khusus mengenai curah hujan ekstrim dari segi dependensi lokasi, serta pola hujan ekstrim secara spasial. Permasalahan ini menjadi landasan tujuan penelitian, yaitu membangun suatu perwilayahan khusus curah hujan ekstrim di wilayah Jawa Barat.

Salah satu metode yang digunakan untuk menduga data curah hujan yang tidak lengkap adalah interpolasi. Interpolasi merupakan suatu metode untuk menghasilkan data baru dari data-data yang diketahui. Metode tersebut dapat digunakan dalam pendugaan curah hujan ekstrim karena setiap titik yang diinterpolasi dipengaruhi oleh nilai dari titik di sekitarnya (Pasaribu dan Haryani 2012).

Terdapat beberapa metode yang bisa digunakan untuk melakukan interpolasi seperti *Kriging* dan *Thin Plate Splines*. Masing-masing metode ini akan memberikan hasil interpolasi yang berbeda. Akan menjadi mudah dan bermanfaat bagi pengguna berikutnya misalnya peneliti selanjutnya apabila ada kajian tentang perbandingan hasil interpolasi dengan metode yang berbeda sehingga metode yang tepat bisa dipilih. Perwilayahan curah hujan dari hasil interpolasi dapat digunakan untuk menggambarkan pola curah hujan (Militano, 2015). Penelitian yang mengkaji tentang pembentukan area untuk curah

hujan ekstrim merupakan hal yang sangat penting. Oleh sebab itu, tujuan dalam penelitian ini adalah mengkaji pembentukan wilayah berdasarkan curah hujan ekstrim dengan menggunakan metode *Kriging* dan *Thin Plate Splines*.

METODOLOGI

Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Data ini berupa data jumlah curah hujan bulanan, koordinat stasiun dan ketinggian di atas permukaan laut. Jumlah stasiun/pos curah hujan bulanan yang digunakan 17 stasiun/pos stasiun hujan di Jawa Barat. Periode data curah hujan yang digunakan adalah dari Desember 2017 sampai tahun Februari 2018.

Curah Hujan Ekstrim

Curah hujan ekstrim adalah kondisi curah hujan yang cukup tinggi/rendah dari rata-rata kondisi normalnya. Menurut Supriatna dalam BMKG (2011) curah hujan dengan intensitas > 100 mm/hari menjadi parameter terjadinya hujan ekstrim. Jawa barat memiliki fase ekstrim di bulan Desember-Januari-Februari (Rinaldi, 2018).

Variogram

Variogram merupakan plot dua dimensi yang digunakan untuk mengukur keragaman spasial antar amatan pada data yang digunakan. Variogram mencerminkan karakteristik dari korelasi spasial, yaitu korelasi antara dua buah amatan menjadi berkurang atau tidak berkorelasi karena bertambahnya jarak antar amatan tersebut (Cressie, 1993). Terdapat dua metode estimator dalam *package geoR*.

a. Classical estimator

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N_h} \sum_{i=1}^{N_h} (Y(x_i + h) - Y(x_i))^2 \quad (1)$$

b. Hawkins and Crassie's modulus Estimator

$$\gamma(h) = \frac{\left(\frac{1}{N_h} \sum_{i=1}^{N_h} (Y(x_i+h) - Y(x_i))^2 \right)^4}{0.914 + \frac{0.988}{N_h}} \quad (2)$$

dengan:

- x_i : vektor dari koordinat spasial pada titik ke-i
- $Y(x_i)$: variabel pada titik ke-i
- H : vektor lag antara dua amatan (lokasi)
- $Y(x_i + h)$: nilai variabel setelah dilag kan pada titik ke-i
- N_h : jumlah pasangan pengamatan pada lag h

Kriging

Kriging merupakan interpolasi suatu nilai peubah pada suatu titik (lokasi) tertentu yang dilakukan dengan mengamati data yang sejenis di lokasi lainnya. Nilai dugaan diperoleh dengan rumus (Cressie 1993) yaitu:

$$z_i = \beta_0 1 + \beta_1 x_i + \beta_2 y_i + \beta_3 h_i + \beta_4 a_i + \epsilon_i \quad (3)$$

dengan:

- β_0 : Intersep
- β_k : Intersep x_s dan y_s : Korordinat lokasi ke-i
- h_i : Elevasi lokasi ke-i
- a_i : Variabel pengamatan ke-i
- ϵ_i : error lokasi ke-i dengan $\epsilon_i \sim normal(0, \sigma_i^2)$

Thin Plate Spline

Thin plate spline merupakan metode spline untuk dimensi ganda, yang juga dikenal sebagai spline-d, dengan d menyatakan dimensi. Thin plate spline merupakan hasil dari meminimalkan residual sum of squares yang bergantung pada tingkat kehalusan (Duchon, 1977 dalam Militano 2015).

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (z_{s_i} - f(x_i, y_i))^2 + \lambda \iint \left[\left(\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} \right)^2 + \left(\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial^2 f}{\partial x^2 \partial y^2} \right)^2 \right] dx dy \quad (4)$$

Parameter smoothing λ harus dipilih dengan tepat untuk memaksimalkan hasil. Thin plate spline yang digunakan pada penelitian ini mirip dengan model kriging, hanya saja hubungan curah hujan tidak digambarkan secara linier namun dengan hubungan berdasarkan fungsi kehalusan dengan mengasumsikan $\epsilon_i \sim normal(0, \sigma_i^2)$. Berikut adalah model dari thin plate spline

$$z_i = f(x_i, y_i) + \beta_1 h_i + \beta_2 a_i + \epsilon_i \quad (5)$$

Generalized Cross Validation (GCV)

GCV merupakan suatu metode yang digunakan untuk menentukan bandwidth optimum dalam suatu model dengan fungsi sebagai berikut:

$$GCV(h) = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\left(\frac{1}{n} \text{tr} [I - (X^T K_h X)^{-1} X^T K_h]\right)^2} \quad (6)$$

Langkah Penelitian

1. Eksplorasi data untuk menjelaskan statistik deskriptif dari data tanpa mempertimbangkan efek stasiun sehingga dapat mengetahui secara garis besar curah hujan ekstrim di Pulau Jawa.
2. Analisis variogram untuk melihat efek spasial dari data.
3. Analisis interpolasi model kriging dan thin plate splines.
4. Memilih model terbaik dengan melihat nilai GCV Sigma dan menginterpretasikannya

HASIL DAN PEMBAHASAN

Statistika Deskriptif

Curah hujan ekstrim adalah kondisi curah hujan yang cukup tinggi/rendah dari rata-rata kondisi normalnya. Curah hujan di Jawa barat memiliki fase ekstrim di bulan Desember-Januari-Februari yang dapat dilihat dari data memiliki nilai yang sangat tinggi.

Tabel 1. Statistik Deskriptif

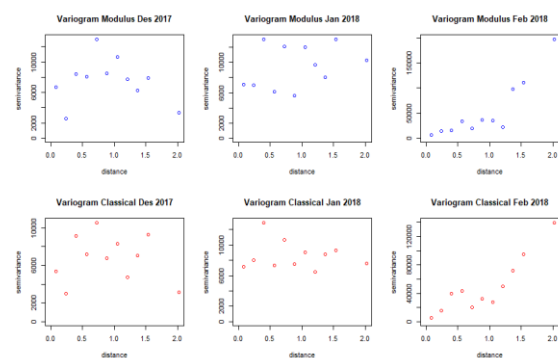
	Desember 2017	Januari 2018	Februari 2018
Min.	72	6	235
Median	206	147	364
Mean	210.6	160.5	444.1
Max.	350	373	904
Standar Deviasi	85.97	92.42	200.26

Berdasarkan Tabel 1 rata-rata curah hujan di Jawa Barat pada bulan Desember 2017 sebesar 210.6mm. Curah Hujan pada bulan Desember 2017 mencapai nilai tertinggi sebesar 350 mm yang tercatat di Stasiun Banjaran dan mengalami nilai terendah sebesar 72 mm yang tercatat di

Stasiun Ciawi. Sedangkan pada bulan Januari 2018 memiliki penurunan rata-rata yaitu sebesar 160.5 mm yang memiliki curah hujan minimum di Stasiun Cikeding sebesar 6 mm dan maksimum di Stasiun Cinangka sebesar 373mm. Berdasarkan data yang didapatkan pada ketiga periode waktu, bulan Februari 2018 mencapai nilai paling tinggi dengan rata-rata curah hujan di Jawa Barat sebesar 444.1 mm dengan nilai minimum diatas rata-rata bulan Desember 2017 yaitu 235 mm dan nilai maksimum sebesar 904 mm. Curah hujan terendah di Jawa Barat pada bulan Februari tercatat di Stasiun Cikeding dan curah hujan tertinggi tercatat di stasiun Kawali. Namun, berdasarkan sebaran data, bulan Februari memiliki sebaran data yang paling tinggi yang artinya nilai curah hujan di Jawa Barat berdasarkan 17 stasiun memiliki nilai yang cukup fluktuatif.

Variogram

Setelah dilakukan eksplorasi data, selanjutnya ingin dilihat efek spasial stasiun curah hujan di Jawa Barat dengan tiga periode waktu, yaitu Desember 2017, Januari 2018, dan Februari 2018. Berikut hasil dari plot variogram yang telah diolah *software R*.



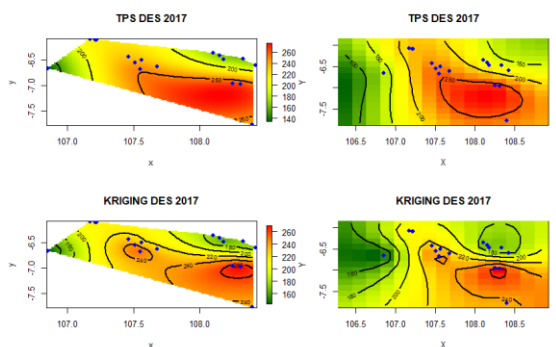
Gambar 1. Variogram Curah Hujan di Jawa Barat

Pada Gambar 1 telah diplot variogram dengan *classical Estimator* yang gambarkan dengan warna biru dan *Modulus Estimator* yang berwarna merah. Berdasarkan hasil plot dapat dilihat pada bulan Desember 2017 sebaran data berdasarkan jarak terlihat membentuk kurva melengkung ke bawah sementara pada bulan Januari 2018 bersifat konstan dan

pada bulan Februari 2018 meningkat. Hal tersebut mengakibatkan data pada bulan Januari tidak dapat dilakukan analisis lebih lanjut karena jarak tidak mempengaruhi curah hujan yang berarti.

Interpolasi Curah Hujan

Setelah dilakukan analisa menggunakan variogram selanjutnya melakukan interpolasi menggunakan metode *kriging* dan *thin plate spline*. Berdasarkan hasil dari *software* R adalah sebagai berikut:

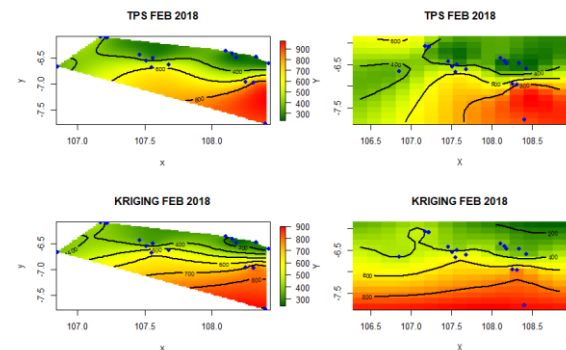


Gambar 2. Interpolasi Curah Hujan di Jawa Barat Desember 2017

Pada Gambar 2, interpolasi menggunakan *thin plate spline* berada disisi atas dan *kriging* berada dibawah. Gambar sisi kiri merupakan hasil otomatis yang dikeluarkan oleh *software* R ketika menggunakan *function* **Tps** dan **Krig**. Berdasarkan gambar terlihat hasil interpolasi belum mencakup seluruh wilayah yang terdapat di Jawa Barat sehingga intepolasi pun diperlebar berdasarkan titik koordinat maksimum dan minimum dari Provinsi Jawa Barat yang terlihat pada gambar disisi sebelah kanan. Berdasarkan hasil interpolasi curah hujan di Jawa Barat pada bulan Desember 2017 yang terlihat disisi kanan dapat dilihat terlihat kemiripan perwilayahan dari hasil *thin plate spline* dan *kriging*. Namun, hasil perwilayahan dari *thin plate spline* terlihat sebagian daerah Jawa Barat memiliki nilai curah hujan yang cukup ekstrim jika dibandingkan dengan hasil perwilayahan dengan menggunakan *kriging*.

Berdasarkan pola curah hujan di bulan Desember 2017 pada Gambar 2, dengan melihat titik koordinat dapat

diidentifikasi Kabupaten Majalengka dan sekitarnya memiliki curah hujan yang tinggi yang ditandai dengan warna merah. Curah hujan dengan intensitas tinggi juga sampai ke Kabupaten Karawang dan Bandung. Sementara Kabupaten Indramayu mengalaih curah hujan yang cukup sedang ditandai dengan pola gradasi warna hijau. Sedangkan warna kuning mendominasi di wilayah Cianjur Bogor dan Bekasi yang memiliki curah hujan yang cukup tinggi.



Gambar 3. Interpolasi Curah Hujan di Jawa Barat Februari 2018

Hasil interpolasi curah hujan di Jawa Barat pada bulan Februari 2018 terlihat perbedaan yang cukup signifikan antara metode *thin plate spline* dan *kriging*. Pada perwilayahan yang dihasilkan oleh metode *thin plate spline* dan *kriging* pada Gambar 3 awalnya terlihat mirip seperti yang terlihat di gambar sisi kanan, namun ketika jarak perwilayahan diperlebar untuk menginterpolasi secara lengkap curah hujan di Jawa Barat terlihat bahwasannya pada metode *kriging* semakin rendah nilai koordinat Bujur dan semakin tinggi nilai curah hujan di Jawa Barat. Hal tersebut tentu berbeda dengan hasil perwilayahn yang didapatkan menggunakan metode *thin plate spline* yang memiliki pola tidak linier seperti yang dihasilkan oleh metode *kriging*.

Berdasarkan Gambar 3 pola curah hujan pada bulan Februari 2018 di Kabupaten Ciamis, Majalengka dan sekitarnya mengalami curah hujan yang paling tinggi ditandai dengan warna merah yang berada pada Gambar 3. Kabupaten Purwakarta, Karawang dan Subang memiliki intensitas curah hujan yang berkisar 600mm. Sedangkan Kabupaten

Indramayu, Cirebon dan sekitarnya memiliki curah hujan yang related rendah jika dibandingkan kabupaten lainnya yang ditandai dengan warna hijau pada Gambar 3.

Setelah dilakukan interpolasi curah hujan di Jawa Barat pada bulan Desember 2017 dan Februari 2018 tentu ingin diketahui mana metode yang paling sesuai dengan data curah hujan di Jawa Barat. Berdasarkan hasil olahan *software* R didapatkan hasil nilai GCV dari sigma (*nugget standard deviation*) sebagai berikut:

Tabel 2. Nilai CGV

	<i>Kriging</i>	<i>Thin plate spline</i>
<i>Desember 2017</i>	73.12	75.07
<i>Februari 2018</i>	36.12	38.03

Berdasarkan tabel tersebut dapat dilihat bahwasannya dari kedua periode yaitu Desember 2017 dan Februari 2018 hasil interpolasi yang paling sesuai terhadap data curah hujan di Jawa Barat adalah dengan menggunakan metode *thin plate spline* karena memiliki nilai kesesuaian perwilayahan yang lebih tinggi.

KESIMPULAN

Provinsi Jawa Barat memiliki kondisi topografi yang cukup kompleks sehingga pengaruhnya sangat besar terhadap variasi hujan ekstrim secara spasial. Kendala yang ada adalah belum tentu ada nilai ekstrim di setiap lokasi sehingga dilakukan interpolasi untuk melihat perwilayahan curah hujan di Jawa Barat. Periode waktu yang digunakan untuk menganalisa curah hujan ekstrim yaitu bulan Desember 2017, Januari 2018, dan Februari 2018. Metode interpolasi yang digunakan adalah *thin plate spline* dan *kriging*. Setelah dilakukan plot variogram data curah hujan Januari 2018 tidak bisa dianalisis lebih lanjut, sehingga yang dilakukan analisa interpolasi adalah curah hujan pada bulan Desember 2017 dan Februari 2018. Berdasarkan hasil interpolasi metode *thin plate spline* paling

sesuai dengan data curah hujan di Jawa Barat karena memiliki nilai kesesuaian perwilayahan yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). 2018. *Buletin Informasi Iklim Jawa Barat*. Bogor: Stasiun Klimatologi Bogor.
- Coles, SG. 2001. *An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values*. London: Springer Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-1-44713675-0>.
- Cressie, NAC.1993. *Statistics for Spatial Data*. New York: Wiley.
- Hanifah, A dan Endarwin. 2011. Analisis Intensitas Curah Hujan Wilayah Bandung pada Awal 2010, *Jurnal Meteorologi dan Geofisika* 12 (2): 145-149.
- Masruroh, L. 2013. Analisis Curah Hujan Harian Maksimum dan Ekstrim di Kabupaten Bogor [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Militino, *et al.* 2015. Interpolation of daily rainfall using spatiotemporal models and clustering. *International Journal of Climatology*. 35: 1453–1464.
- Pasaribu, JM, Haryani, NS. 2012. Perbandingan Teknik Interpolasi DEM SRTM dengan Metode Inverse Distance Weighted (IDW), Natural Neighbor, dan Spline. *J Pengindraan Jauh*. 9(2): 126-139.
- Rinaldi, A. 2018. Pengembangan Model Spatio-Temporal Conditional Autoregressive untuk Pendugaan Curah Hujan Ekstrim di Wilayah Jawa Barat[tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Rustiana, S. 2018. Model Generalized Space Time Autoregressive with Arch Error (Gstar-Arch) dan Penerapannya Terhadap Data Curah Hujan Pada Wilayah Rawan Bencana di Pulau Jawa [tesis]. Bandung: Universitas Padjadjaran.
- Suciantini. 2004. Evaluasi Prakiraan Sifat Hujan dan Penyusunan Model Prediksi Musim: Studi Kasus

Kabupaten Indramayu [tesis]. Bogor:
Program Pascasarjana, Institut
Pertanian Bogor

