



PEMBENTUKAN ZONA MUSIM (ZOM) BERDASARKAN KONDISI CURAH HUJAN
DENGAN METODE *K-MEANS CLUSTERING*

Oleh
Yuana Sukmawaty
Program Studi Statistika, FMIPA, Universitas Lambung Mangkurat
Email: yuana_s@ulm.ac.id

Abstrak

Peningkatan intensitas curah hujan diduga terjadi atas akibat dari variabilitas iklim. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik curah hujan dan membentuk ZOM di Provinsi Kalimantan Selatan. Pembentukan ZOM menggunakan metode *K-Means Clustering* diperoleh bahwa hasil cluster terbaik menggunakan kriteria rasio nilai simpangan baku dalam kelompok (S_w) dan simpangan baku antar kelompok (S_b). Berdasarkan kriteria rasio nilai S_w dan S_b , diketahui pembentukan 3 *cluster* dengan metode K-Means memiliki nilai rasio lebih kecil dibandingkan rasio dari pilihan *cluster* lainnya. Hal ini menyatakan bahwa pembentukan ZOM dengan 3 cluster memiliki tingkat homogenitas tinggi dalam cluster dan heterogenitas tinggi antar cluster yang terbentuk sehingga kinerja ZOM dengan 3 cluster dapat dikatakan baik.

Kata Kunci: Curah Hujan, Zona Musim (ZOM), *K-Means Clustering*

PENDAHULUAN

Curah hujan dengan intensitas yang tinggi merupakan salah satu peristiwa yang sering terjadi dan dapat menyebabkan dampak negatif di berbagai bidang. Iklim ekstrem merupakan ekspresi dari variabilitas alami yang sebenarnya. Hujan ekstrem biasanya terjadi saat keadaan intensitas curah hujan melebihi 100 m/hari dan hari tanpa hujan berturut-turut lebih dari 20 hari (Supari, 2017).

Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) telah melakukan pengelompokan iklim (pola curah hujan) dengan membentuk Zona Musim (ZOM) untuk berbagai wilayah di Kalimantan, khususnya di Provinsi Kalimantan Selatan. Pembentukan ZOM akan memberikan informasi iklim khususnya curah hujan yang tentunya akan sangat dibutuhkan di berbagai bidang seperti bidang pertanian, perikanan, kehutanan, infrastruktur, transportasi dan telekomunikasi. Apabila akurasi pembentukan ZOM semakin tinggi, maka diharapkan akan dapat mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan oleh faktor iklim seperti hujan badai,

kebanjiran, kekeringan, tanah longsor dan sebagainya (Staklim Banjarbaru, 2020).

Pembentukan ZOM dilakukan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika pusat setiap 10 tahun sekali dan akan ada pembentukan ZOM baru di akhir tahun 2020 untuk setiap provinsinya. Terdapat unit observasi berupa lokasi pos pengamatan hujan, sehingga dalam pembentukan ZOM aspek lokasi merupakan salah satu hal yang harus dipertimbangkan. Metode pengelompokan dalam statistika yang tidak mengabaikan aspek spasial dalam analisisnya, yaitu metode regionalisasi. Regionalisasi adalah prosedur klasifikasi khusus yang mempertimbangkan aspek spasial daerah. Pada dasarnya, regionalisasi adalah bentuk khusus dari klasifikasi, dengan unit spasial dikelompokkan berdasarkan kriteria tertentu dan dibatasi oleh *contiguity* atau ketetanggaan. Metode ini akan digunakan untuk mengklasifikasikan wilayah berdasarkan fenomena tertentu sehingga nantinya akan terbentuk klasifikasi wilayah dengan karakteristik yang sama dan saling berdekatan satu sama lain. Hal tersebut



bersesuaian dengan hukum geografi yang disampaikan oleh Waldo Tobler (1970), bahwa segala sesuatu yang berdekatan akan lebih berkaitan daripada dengan sesuatu yang berjauhan (Ningsih, 2017).

Pengelompokkan dengan menggunakan metode *K-Means* merupakan salah satu metode regionalisasi untuk pembentukan ZOM. Dengan menggunakan metode ini dapat dilakukan pengelompokkan dengan menambahkan efek spasial atau lokasi wilayah di dalamnya yaitu dengan perhitungan jarak antar-lokasi sehingga dapat mengidentifikasi kesamaan karakteristik setiap lokasi. Pembentukan ZOM pernah dilakukan pada tahun 2017 dengan metode SKATER (Spatial 'K'luster Analysis by Tree Edge Removal), menghasilkan 2 ZOM dan performanya lebih baik daripada ZOM oleh BMKG dilihat dari kriteria rasio antara simpangan dalam kelompok (S_w) dan simpangan antar kelompok (S_b). Selain itu, terdapat juga penelitian sebelumnya pada tahun 2017 mengenai Sistem Pengelompokkan Curah Hujan Menggunakan Metode *K-Means* di Wilayah Provinsi Kalimantan Timur dan pada tahun 2019 mengenai Penentuan Zona Musim di Kota Mojokerto Menurut Karakteristik Curah Hujan Dengan Metode *Time Series Based Clustering*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik curah hujan dan membentuk ZOM di Provinsi Kalimantan Selatan berdasarkan data spatio-temporal menggunakan metode *K-Means Clustering*.

LANDASAN TEORI

2.1 Analisis Cluster

Analisis *cluster* adalah proses pengelompokkan kumpulan data menjadi beberapa kelompok sehingga objek di dalam satu kelompok memiliki banyak kesamaan dan memiliki banyak perbedaan dengan objek dikelompokkan lain. Pada algoritma *clustering* akan mengelompokkan sendiri data set yang akan menjadi masukannya tanpa mengetahui terlebih dahulu target *class*-nya. Data set yang

“mirip” akan dikelompokkan menjadi sebuah *cluster*. Tujuan dilakukannya *clustering* yaitu membentuk grup berdasarkan pola kemiripan “*Pattern Similarities*” antar sampel (Purnama, 2019). Analisis *cluster* merupakan salah satu metode yang bersifat *unseparated analysis* (Ediyanto et al, 2013).

2.2 K-Means Clustering

Ide dari *K-Means Clustering* adalah mempartisi sejumlah n elemen ke sejumlah k buah *cluster*. *K-Means Clustering* merupakan salah satu metode *cluster* non-hirarki yang berusaha untuk mempartisi objek yang ada kedalam satu atau lebih *cluster* atau kelompok objek berdasarkan karakteristiknya, sehingga objek yang mempunyai karakteristik yang sama akan dikelompokkan menjadi satu *cluster* dan objek yang mempunyai karakteristik berbeda akan dikelompokkan kedalam *cluster* yang lain.

Jika diberikan beberapa objek $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ maka dalam algoritma dalam metode *K-Means Cluster* akan mempartisi X sebanyak k buah *cluster* dan setiap *cluster* akan memiliki *centroid* atau titik pusat dari objek dalam *cluster* masing-masing (Ediyanto et al, 2013). Metode *K-Means Clustering* akan secara berulang atau *iterative* dimana objek selanjutnya akan akan ditempatkan dalam *cluster* yang terdekat berdasarkan hasil perhitungan jarak dari titik tengah *cluster* (*centroid*). Kelebihan metode *K-Means Clustering* diantaranya algoritma ini memiliki ketelitian yang cukup tinggi dalam melihat ukuran objek sehingga dengan algoritma ini memiliki kemampuan untuk mengelompokkan data dalam jumlah yang cukup besar dan metode ini dapat meminimalkan rata-rata jarak antar data ke *cluster* nya (Ediyanto et al, 2013 dan Hasanah et al, 2017). Prinsip dasar dari *K-Means* adalah menentukan *centroid* dan anggota *cluster* (Purnama, 2019). Secara umum metode *K-Means Cluster* menggunakan algoritma sebagai berikut.

1. Menentukan k sebagai jumlah *cluster* yang ingin dibentuk.



2. Membangkitkan nilai *random* untuk pusat *cluster* awal (*centroid*) sebanyak k .
3. Menghitung jarak setiap data input terhadap masing-masing *centroid* menggunakan rumus *Euclidean Distance*. *Euclidean Distance* adalah perhitungan jarak antar dua buah titik dalam ruang *Euclidean* (*Euclidean Space*). Pada ruang 2 dimensi yang melibatkan 2 titik (misal : titik x dan titik y), maka perhitungan *Euclidean Distance* menjadi sebagai berikut.

$$d(x, y) = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (1)$$

1. Alokasikan masing-masing objek ke dalam *centroid* yang paling terdekat.
2. Penentuan *centroid* dilakukan secara acak dari objek-objek yang tersedia sebanyak k *cluster*, kemudian menghitung *centroid cluster* ke- i berikutnya diperoleh dari rata-rata *cluster* yang bersangkutan dengan menggunakan rumus :

$$C = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p x_i, \quad i = 1, 2, 3, 4, \dots, p \quad (2)$$

dimana :

C : *centroid* pada *cluster*

x_i : data variabel lokasi ke - i ($i = 1, 2, 3, \dots, p$)

p : banyaknya objek/ jumlah anggota yang menjadi *cluster*

3. Lakukan iterasi hingga anggota tiap *cluster* tidak ada yang berubah.
4. Apabila anggota tiap *cluster* tidak ada yang berubah, maka nilai rata-rata pusat *cluster* pada iterasi terakhir sudah konvergen (Hasanah et al, 2017).

2.3 Kriteria kebaikan hasil pengelompokan ZOM

Kriteria kebaikan untuk hasil pengelompokan ZOM dengan metode *K-Means* akan dilihat berdasarkan perbandingan nilai simpangan baku dalam kelompok (S_w) dan simpangan baku antar kelompok (S_b) dengan persamaan sebagai berikut.

$$S_w = k^{-1} \sum_{k=1}^k S_k, \quad S_b = \sqrt{\frac{1}{(k-1)} \sum_{k=1}^k (\bar{x}_k - \bar{x})^2} \quad (3)$$

dimana :

k : jumlah kelompok yang terbentuk

S_k : simpangan baku kelompok ke- k

\bar{x}_k : rata-rata kelompok ke- k

\bar{x} : rata-rata seluruh kelompok

Semakin kecil nilai S_w dan semakin besar nilai S_b artinya terdapat homogenitas yang tinggi dalam kelompok, sehingga digunakan nilai perbandingan antara S_w dan S_b . Semakin kecil nilai perbandingan antara S_w dan S_b maka metode pengelompokan tersebut memiliki kinerja yang semakin baik (Komariyah et al, 2011).

METODE PENELITIAN

3.1 Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang meliputi data curah hujan bulanan bersumber dari Stasiun Klimatologi Kelas I Banjarbaru berdasarkan lokasi (spatio) dan waktu (temporal). Unsur spatio atau populasi dalam penelitian ini adalah pos pengamatan hujan yang mewakili setiap kabupaten/kota di Provinsi Kalimantan Selatan yaitu Tabalong, Hulu Sungai Utara, Hulu Sungai Tengah, Hulu Sungai Selatan, Tapin, Barito Kuala, Tanah Laut, Banjar, Banjarbaru, Kotabaru, Banjarmasin, Tanah Bumbu, dan Balangan. Temporal atau sampel dalam penelitian ini adalah jumlah rata-rata curah hujan bulanan sebanyak 156 data yang terjadi dalam rentang waktu Januari 2003 sampai dengan Desember 2019.

Variabel yang digunakan untuk dijadikan objek pengamatan dalam penelitian ini adalah curah hujan (mm) bulanan dari pos pengamatan hujan yang mewakili setiap kabupaten/kota di Provinsi Kalimantan Selatan. Kondisi geografis di Provinsi Kalimantan Selatan terbagi menjadi 3 kategori berdasarkan cepat lambatnya dalam



memasuki musim kemarau disetiap tahunnya. Kategori 1 yaitu wilayah dengan banyak kawasan hutan yang meliputi Banjarbaru, Banjar, Tapin, Hulu Sungai selatan, Hulu Sungai Utara, Hulu Sungai Tengah, Balangan dan Tabalong. Kategori 2 yaitu wilayah yang berdekatan dengan laut yang meliputi Tanah Laut, Tanah Bumbu dan Kotabaru. Kategori 3 yaitu wilayah yang didominasi dengan sungai yang meliputi Banjarmasin dan Batola. Berikut peta Provinsi Kalimantan Selatan berdasarkan titik lokasi pos pengamatan hujan yang mewakili setiap kabupaten/kota di Provinsi Kalimantan Selatan.

3.2 Prosedur Penelitian

Langkah yang harus dilakukan dalam pembentukan Zona Musim dengan menggunakan metode *K-Means Clustering* sebagai berikut.

1. Melakukan analisis secara deskriptif untuk mengetahui karakteristik intensitas curah hujan bulanan tiap pos pengamatan hujan yang mewakili kabupaten/kota di Provinsi Kalimantan Selatan.
2. Melakukan analisis kelompok untuk menggabungkan anggota kedalam kelompok yaitu dengan menggunakan metode *K-Means Clustering*. Berikut langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk analisis clustering menggunakan metode *K-Means*.
 - a. Menentukan k sebagai jumlah cluster yang ingin dibentuk.
 - b. Membangkitkan nilai random untuk pusat cluster awal (centroid) sebanyak k .
 - c. Menghitung jarak setiap data input terhadap masing-masing centroid menggunakan rumus Euclidean Distance.
 - d. Alokasikan masing-masing objek ke dalam centroid yang paling terdekat.
 - e. Penentuan centroid dilakukan secara acak dari objek-objek yang

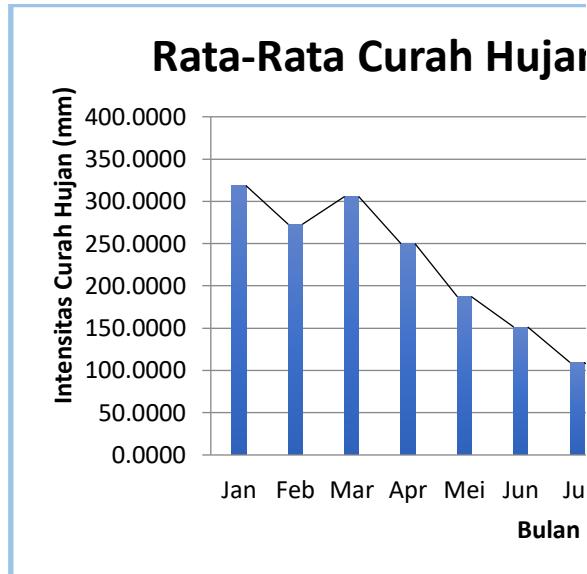
tersedia sebanyak k cluster, kemudian menghitung centroid cluster ke- i berikutnya.

- f. Lakukan iterasi hingga anggota tiap cluster tidak ada yang berubah.
- g. Apabila anggota tiap cluster tidak ada yang berubah, maka nilai rata-rata pusat cluster pada iterasi terakhir sudah konvergen.
- h. Mendapatkan hasil pengelompokkan berdasarkan metode *K-Means Clustering* dan mendeskripsikan karakteristiknya.
- i. Melakukan pemetaan untuk menampilkan peta Provinsi Kalimantan Selatan berdasarkan hasil cluster.
- j. Melakukan pengukuran kebaikan hasil pengelompokkan dengan menggunakan perbandingan simpangan baku dalam kelompok antara (S_w) dan nilai simpangan baku antar kelompok (S_b).

HASIL DAN PEMBAHASAN

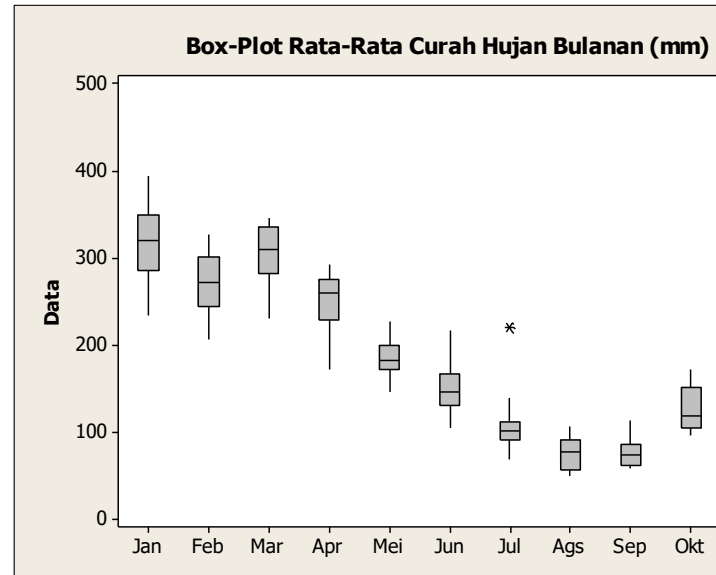
Karakteristik curah hujan bulanan dari data rata-rata 17 tahun pada 13 kabupaten/kota di Provinsi Kalimantan Selatan dapat dilihat berdasarkan hasil dari analisis secara deskriptif. Rata-rata curah hujan tertinggi di Provinsi Kalimantan Selatan terjadi di bulan Desember yaitu sebesar 343,3719 mm, disusul oleh rata-rata curah hujan di bulan Januari dan Februari yang kemudian mengalami kenaikan rata-rata curah hujan kembali di bulan Maret. Hal tersebut menunjukkan bahwa rata-rata curah hujan tertinggi selama musim hujan di Kalimantan Selatan terjadi pada bulan Desember. Rata-rata curah hujan terendah terjadi pada bulan Agustus yaitu sebesar 75,7601 mm, artinya puncak musim kemarau di Provinsi Kalimantan Selatan terjadi pada bulan Agustus dan masa transisi dari musim kemarau ke musim hujan antara bulan Oktober dan November dengan range sebesar 133,9555 mm. Standar deviasi terbesar terjadi pada bulan

Desember yaitu sebesar 67,7584 mm. Hal ini menunjukkan bahwa variansi tertinggi curah hujan di Provinsi Kalimantan Selatan ada pada bulan Desember.



Gambar 1. Rata-Rata Curah Hujan Bulanan Selama 17 Tahun di Provinsi Kalimantan Selatan

Pada Gambar menunjukkan bahwa rata-rata curah hujan di Provinsi Kalimantan Selatan bersifat musonal. Hal ini dapat dilihat dari pola rata-rata curah hujan yang membentuk huruf U. Ciri-ciri tipe dari curah hujan yang membentuk pola musonal yaitu terdapat satu puncak musim hujan atau bisa disebut sebagai *unimodial* dan peristiwa ini biasanya terjadi di bulan Juni, Juli dan Agustus untuk musim kering dan terjadi di bulan Desember, Januari dan Februari untuk musim basah.



Gambar 2. Box-Plot Curah Hujan Bulanan (mm) dan *Outlier*

Gambar 2 menunjukkan bahwa *outlier* tinggi curah hujan di Provinsi Kalimantan Selatan terjadi pada musim kemarau yaitu pada bulan Juli. Hal ini menunjukkan bahwa hujan dengan intensitas yang tinggi masih terjadi walaupun sudah memasuki musim kemarau. Hal ini menunjukkan tutupan awan yang ada di Provinsi Kalimantan Selatan pada rata-rata bulan Juli masih cukup banyak. Hujan dengan intensitas yang tinggi atau ekstrem lebih sering terjadi di musim hujan yaitu antara bulan November sampai April, akan tetapi hujan ekstrem juga dapat terjadi di musim kemarau yaitu antara bulan Mei sampai Oktober. Pada musim hujan (November-April) juga terjadi *outlier* kecuali bulan Januari, Februari, Maret dan April. Hal ini bersesuaian dengan hasil deskriptif sebelumnya bahwa standar deviasi terbesar rata-rata curah hujan bulanan (mm) di Provinsi Kalimantan Selatan yaitu pada bulan Desember.

4.1 Pembentukan ZOM dengan Metode *K-Means Clustering*

Pembentukan ZOM untuk Provinsi Kalimantan Selatan akan dilakukan dengan menggunakan metode *K-Means Clustering*. Langkah pertama dalam analisis

pengelompokkan dengan metode *K-Means* adalah menentukan *k* untuk mengetahui seberapa banyak jumlah *cluster* yang ingin dibentuk. Dalam penentuan nilai *k* harus kurang dari banyaknya variabel atau lokasi pengamatan. Jumlah *cluster* yang akan dibentuk dalam pembentukan ZOM ini adalah 2, 3 dan 4 *cluster*. Langkah kedua yaitu membangkitkan nilai *random* sebagai pusat *cluster* awal (*centroid*) sebanyak *k*. Diasumsikan bahwa titik *centroid* yang dipilih secara *random* dan diasumsikan sudah mewakili 3 kategori wilayah yang ada di Provinsi Kalimantan Selatan yaitu wilayah dengan banyak kawasan hutan, wilayah yang berdekatan dengan laut dan wilayah yang didominasi dengan sungai. Titik *centroid* yang dipilih untuk pembentukan 3 *cluster* yaitu Kabupaten Hulu Sungai Utara, Kota Banjarmasin dan Kabupaten Tanah Bumbu dengan banyaknya lokasi yaitu 13 kabupaten/kota. Sebagai ilustrasi berikut nilai dari titik *centroid* dalam pembentukan 3 *cluster* untuk Provinsi Kalimantan Selatan.

Iterasi-1

Titik *Centroid*-1 (*C*₁)

Kab. Hulu Sungai Utara {Januari, Februari, Maret, ... , Desember}

(*C*₁) → {321,382; 273,006; 345,906; 281,012; 191,206; 127,294; 68,2; 59,229; 74,906; 138,258; 300,131; 344,225}

Titik *Centroid*-2 (*C*₂)

Kota Banjarmasin {Januari, Februari, Maret, ... , Desember}

(*C*₂) → {394,618; 325,871; 343,453; 278,424; 168,062; 167,947; 112,506; 77,159; 80,859; 158,071; 294,241; 419,029}

Titik *Centroid*-3 (*C*₃)

Kab. Tanah Bumbu {Januari, Februari, Maret, ... , Desember}

(*C*₃) → {234,579; 206,317; 230,401; 171,9; 168,176; 197,162; 139,252; 101,703; 86,333; 95,741; 165,877; 198,103}

Langkah ketiga yaitu menghitung jarak antar-lokasi dengan data rata-rata curah hujan bulanan menggunakan metode *Euchlidean*

Distance. Perhitungan ini dilakukan untuk setiap kabupaten/kota dengan ketiga *centroid* yang telah ditentukan secara *random*. Perhitungan jarak Kabupaten Tabalong (*A*₁) dengan titik *centroid*-1 (*C*₁) sebagai berikut.

$$d(A_1, C_1) = \sqrt{(A_{1jan} - C_{1jan})^2 + (A_{1feb} - C_{1feb})^2 + (A_{1mar} - C_{1mar})^2 + (A_{1apr} - C_{1apr})^2 + (A_{1mei} - C_{1mei})^2 + (A_{1jun} - C_{1jun})^2 + (A_{1jul} - C_{1jul})^2 + (A_{1ags} - C_{1ags})^2 + (A_{1sep} - C_{1sep})^2 + (A_{1okt} - C_{1okt})^2 + (A_{1nov} - C_{1nov})^2 + (A_{1des} - C_{1des})^2}$$

$$d(A_1, C_1) = \sqrt{(285,795 - 321,382)^2 + (259,086 - 273,006)^2 + (285,9177 - 345,906)^2 + (264,34285 - 281,012)^2 + (224,3767 - 191,206)^2 + (167,67226 - 127,294)^2 + (109,57058 - 68,2)^2 + (91,07118 - 59,229)^2 + (73,945946 - 74,906)^2 + (116,8921 - 138,258)^2 + (295,031 - 300,131)^2 + (317,6735 - 344,224)^2}$$

d(*A*₁, *C*₁) = 109,459

*A*_{*i*} didefinisikan untuk kabupaten/kota sebagai lokasi amatan dimana *i* = 1, 2, 3, ..., 13 dan *C*_{*i*} merupakan titik *centroid* awal dalam pembentukan *cluster* dimana *i* = 1, 2, 3. Perhitungan jarak dilakukan dari setiap titik lokasi ke titik *centroid* yang telah ditentukan secara *random* pada saat di awal. Setelah dilakukan perhitungan jarak antar-lokasi dengan titik *centroid* sehingga diperoleh hasil yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jarak Lokasi Amatan dengan Titik Centroid

Jarak Iterasi-1					
<i>A</i> ₁ <i>C</i> ₁	109.459	<i>A</i> ₁ <i>C</i> ₂	187.621	<i>A</i> ₁ <i>C</i> ₃	231.595
<i>A</i> ₂ <i>C</i> ₁	0	<i>A</i> ₂ <i>C</i> ₂	136.755	<i>A</i> ₂ <i>C</i> ₃	301.342
<i>A</i> ₃ <i>C</i> ₁	91.5133	<i>A</i> ₃ <i>C</i> ₂	132.078	<i>A</i> ₃ <i>C</i> ₃	300.69
<i>A</i> ₄ <i>C</i> ₁	57.567	<i>A</i> ₄ <i>C</i> ₂	139.876	<i>A</i> ₄ <i>C</i> ₃	260.88
<i>A</i> ₅ <i>C</i> ₁	81.1516	<i>A</i> ₅ <i>C</i> ₂	134.04	<i>A</i> ₅ <i>C</i> ₃	274.579
<i>A</i> ₆ <i>C</i> ₁	75.5583	<i>A</i> ₆ <i>C</i> ₂	151.174	<i>A</i> ₆ <i>C</i> ₃	286.206
<i>A</i> ₇ <i>C</i> ₁	167.99	<i>A</i> ₇ <i>C</i> ₂	92.6318	<i>A</i> ₇ <i>C</i> ₃	378.997
<i>A</i> ₈ <i>C</i> ₁	111.087	<i>A</i> ₈ <i>C</i> ₂	157.794	<i>A</i> ₈ <i>C</i> ₃	254.092
<i>A</i> ₉ <i>C</i> ₁	100.925	<i>A</i> ₉ <i>C</i> ₂	124.64	<i>A</i> ₉ <i>C</i> ₃	287.241
<i>A</i> ₁₀ <i>C</i> ₁	265.711	<i>A</i> ₁₀ <i>C</i> ₂	292.149	<i>A</i> ₁₀ <i>C</i> ₃	145.58
<i>A</i> ₁₁ <i>C</i> ₁	136.755	<i>A</i> ₁₁ <i>C</i> ₂	0	<i>A</i> ₁₁ <i>C</i> ₃	367.975
<i>A</i> ₁₂ <i>C</i> ₁	301.342	<i>A</i> ₁₂ <i>C</i> ₂	367.975	<i>A</i> ₁₂ <i>C</i> ₃	0
<i>A</i> ₁₃ <i>C</i> ₁	128.756	<i>A</i> ₁₃ <i>C</i> ₂	190.817	<i>A</i> ₁₃ <i>C</i> ₃	217.16

Langkah keempat adalah menentukan jarak terdekat setiap lokasi amatan berdasarkan 3 titik



centroid. Pada Kabupaten Tabalong, diperoleh nilai jarak antara lokasi amatan dengan titik *centroid-1* (A_1C_1) sebesar 109.459, nilai jarak antara lokasi amatan dengan titik *centroid-2* (A_1C_2) sebesar 187.621 dan nilai jarak antara lokasi amatan dengan titik *centroid-3* (A_1C_3) sebesar 231.595. Selanjutnya akan dipilih jarak terdekat dari ketiga nilai jarak yaitu jarak antara Kabupaten Tabalong dengan titik *centroid-1* (Kabupaten Hulu Sungai Utara) sehingga untuk Kabupaten Tabalong masuk ke dalam *cluster* ke-1. Nilai jarak terdekat untuk setiap Kabupaten/Kota dengan titik *centroid* diberikan *highlight* abu-abu. Diperoleh hasil pembentukan *cluster* untuk proses iterasi-1 yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pembentukan Cluster pada Iterasi-1

Cluster iterasi-1		
Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Kab. Tabalong (A_1)	Kab. Tanah Laut (A_7) Kota Banjarmasin (A_{11})	Kab. Kotabaru (A_{10})
Kab. Hulu Sungai Utara (A_2)		Kab. Tanah Bumbu (A_{12})
Kab. Hulu Sungai Tengah (A_3)		
Kab. Hulu Sungai Selatan (A_4)		
Kab. Tapin (A_5)		
Kab. Barito Kuala (A_6)		
Kab. Balangan (A_7)		
Kab. Banjar (A_8)		
Kota Banjarbaru (A_9)		

Langkah kelima adalah penentuan titik *centroid* baru berdasarkan hasil *cluster* pada iterasi-1. Perhitungan titik *centroid* berikutnya diperoleh dari rata-rata *cluster* pada iterasi-1 sehingga diperoleh titik *centroid* sebagai berikut.

Iterasi-2

Cluster-1 (Kab.Tabalong, Kab. Hulu Sungai Utara, Kab. Hulu Sungai Tengah, Kab. Hulu

Sungai Selatan, Kab. Tapin, Kab. Barito Kuala, Kab. Banjar, Kota Banjarbaru, Kab. Balangan)

Titik *Centroid -1* (C_1)

$C_1 \rightarrow$ (rata-rata *cluster-1* (Januari), rata-rata *cluster-1* (Februari), rata-rata *cluster-1* (Maret), rata-rata *cluster-1* (April), ... ,rata-rata *cluster-1* (Desember).

Rata-Rata *Cluster-1* (Januari)

$$C_{1jan} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, i = 1, 2, 3, \dots, 9$$

$$C_{1jan} = \frac{1}{9} (285,8 + 321,38 + 321,71 + 317,92 + 352,44 + 317,55 + 348,26 + 323,77 + 286,7)$$

$$C_{1jan} = 319,51$$

Perhitungan rata-rata *cluster* dari Januari hingga Desember dengan proses yang sama untuk *cluster-1*, *cluster-2* dan *cluster-3* sehingga diperoleh titik *centroid-1*, *centroid-2* dan *centroid-3* yang baru ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Titik Centroid Baru 3 Cluster Iterasi-2

Centroid-1 Cluster-1	Centroid-2 Cluster-2	Centroid-3 Cluster-3
319,5077713	386,8823528	245,9422354
273,574521	319,2058826	222,8322281
312,9566826	326,5969774	251,9948069
257,4386464	261,886503	204,263485
193,1988985	166,9758373	180,6983986
138,2699401	154,0027914	207,5612307
94,54612175	105,4147059	180,346054
69,79638456	73,82970585	104,5272738
76,10082573	72,03235297	86,27173162
132,0227482	144,6235294	97,01747076
273,3891164	286,8470587	189,3560312
345,5781006	449,2441176	227,5714684

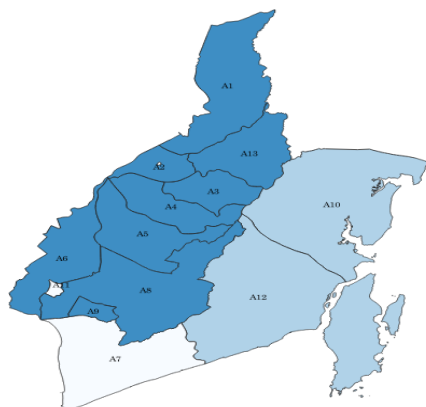
Setelah diperoleh titik *centroid*, proses berulang dari langkah ketiga. Proses iterasi ini akan dilakukan secara terus menerus hingga diperoleh hasil yang konvergen. Setelah

diulang kembali proses langkah ketiga dan keempat, pada iterasi-2 pembentukan 3 cluster sudah konvergen atau tidak terjadi perubahan cluster lagi. Penghentian proses iterasi ini dilakukan pada saat titik *centroid* baru yang dibangkitkan dengan titik *centroid* sebelumnya sudah konvergen sehingga tidak diperlukan perhitungan jarak data terhadap *centroid*-nya lagi. Hasil pembentukan ZOM 3 cluster yang sudah konvergen ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. ZOM 3 Cluster Iterasi-2 dan Iterasi Selanjutnya Hingga Konvergen

Cluster iterasi-2 (Konvergen)		
Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Kab. Tanah Laut (A ₇) Kota Banjarmasin (A ₁₁)	Kab. Kotabaru (A ₁₀) Kab. Tanah Bumbu (A ₁₂)	Kab. Tabalong (A ₁) Kab. Hulu Sungai Utara (A ₂) Kab. Hulu Sungai Tengah (A ₃) Kab. Hulu Sungai Selatan (A ₄) Kab. Tapin (A ₅) Kab. Barito Kuala (A ₆) Kab. Banjar (A ₈) Kota Banjarbaru (A ₉) Kab. Balangan (A ₁₃)

Gambar 3 menampilkan hasil pembentukan ZOM berdasarkan kabupaten/kota yang ada di Provinsi Kalimantan Selatan, anggota dalam ketiga cluster memiliki posisi yang saling berdekatan kecuali pada cluster 1 yaitu antara Kabupaten Tanah Laut dan Kota Banjarmasin.



Gambar 3. Peta Pembentukan ZOM 3 Cluster

4.8 Kriteria Kebaikan Hasil Pengelompokkan

Kriteria kebaikan dilakukan dengan melihat nilai simpangan baku dalam kelompok (S_w), simpangan antar kelompok (S_b) dan rasio S_w dan S_b berdasarkan jumlah cluster yang telah ditentukan. Penentuan jumlah cluster yang memiliki nilai paling optimum akan digunakan sebagai acuan untuk melihat ukuran kehomogenan jumlah dalam cluster yang terbentuk. Hasil perhitungan S_w , S_b serta rasio S_w dan S_b berdasarkan persamaan 3 diperoleh nilai yang ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai S_w , S_b dan Rasio ZOM Metode K-Means Clustering

ZOM	Jumlah Cluster	S_w	S_b	Rasio S_w dan S_b
Metode K-Means Clustering	2	82,3774	19,7684	4,16712
	3	95,004	22,8907	4,15033
	4	94,4773	18,9454	4,98681

Pada Tabel 5 terlihat bahwa nilai rasio S_w dan S_b pada pembentukan ZOM 3 cluster dengan menggunakan metode K-Means memiliki nilai yang paling kecil dibandingkan pembentukan ZOM 2 cluster atau 4 cluster. Hal ini dapat dinyatakan bahwa pembentukan ZOM metode K-Means dengan 3 cluster memiliki tingkat homogenitas tinggi dalam cluster dan tingkat heterogenitas tinggi antar cluster dibandingkan dengan pembentukan ZOM 2 cluster atau 4 cluster sehingga kinerja ZOM dengan 3 cluster lebih baik. Kriteria rasio S_w dan S_b dapat digunakan untuk mendapatkan keragaman dalam cluster yang rendah dan antar cluster yang tinggi maka jumlah cluster yang terbentuk sudah dianggap dapat mendeskripsikan karakteristik dan keragaman untuk setiap cluster.

Perbedaan karakteristik curah hujan dari 3 cluster yang terbentuk dapat dideskripsikan sebagai berikut.

1. Cluster-1

Pada cluster-5 memuat anggota sebanyak 2 kabupaten/kota yaitu Kabupaten Tanah Laut



dan Kota Banjarmasin. *Cluster* ini memiliki tingkat intensitas curah hujan tertinggi dibandingkan 2 (dua) *cluster* lainnya. Intensitas curah hujan terendah yang ada pada anggota *cluster*-1 ini berada di Kabupaten Tanah Laut bulan September sebesar 63,21 mm. Intensitas curah hujan tertinggi yang ada pada anggota *cluster*-1 berada di Kabupaten Tanah Laut bulan Desember sebesar 479,46 mm.

2. *Cluster*-2

Pada *cluster*-2 memuat 2 kabupaten/kota yaitu Kabupaten Tanah Bumbu dan Kabupaten Kotabaru. *Cluster*-2 memiliki tingkat intensitas curah hujan dengan terendah dibandingkan 2 (dua) *cluster* lainnya. Intensitas curah hujan terendah di Kabupaten Kotabaru terjadi di bulan September sebesar 86,32 mm. Intensitas curah hujan tertinggi di Kabupaten Kotabaru terjadi di bulan Januari sebesar 273,6 mm.

3. *Cluster*-3

Pada *cluster*-3 memuat anggota sebanyak 9 kabupaten/kota yaitu Kabupaten Tabalong, Kabupaten Hulu Sungai Tengah, Kabupaten Hulu Sungai Utara, Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Kabupaten Tapin, Kabupaten Barito Utara, Kabupaten Banjar, Kota Banjarmasin dan Kabupaten Balangan. Intensitas curah hujan terendah ada pada Kabupaten Banjar di bulan Agustus sebesar 50,9 mm dan curah hujan tertinggi yang ada pada anggota *cluster*-3 berada di Kota Banjarbaru bulan Desember sebesar 369,1 mm.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan untuk analisis pembentukan ZOM menggunakan data curah hujan dari rata-rata 17 tahun di 13 kabupaten/kota, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Secara deskriptif dapat disimpulkan bahwa puncak musim kemarau di Provinsi Kalimantan Selatan terjadi pada bulan Agustus dan terjadinya masa transisi dari musim kemarau ke musim hujan antara bulan Oktober dan November. Sedangkan puncak musim hujan di Provinsi

Kalimantan Selatan terjadi pada bulan Desember, Januari, Februari yang disebut sebagai bulan basah dan pola rata-rata curah hujan yang terbentuk bersifat monsun.

2. Analisis cluster dalam pembentukan ZOM dilakukan dengan membentuk 2 *cluster*, 3 *cluster*, dan 4 *cluster* untuk 13 Kabupaten/Kota di Provinsi Kalimantan Selatan. Berdasarkan kriteria rasio antara S_w dan S_b , diketahui pembentukan 3 *cluster* memiliki nilai rasio lebih kecil dibandingkan rasio dari *cluster* lainnya. Hal ini berarti bahwa pembentukan ZOM dengan 3 cluster memiliki tingkat homogenitas tinggi dalam *cluster* dan heterogenitas tinggi antar *cluster* sehingga kinerja ZOM dengan 3 *cluster* lebih baik. Rata-rata *cluster* tertinggi berada Kabupaten Tanah Laut dan Kota Banjarmasin, sedangkan rata-rata *cluster* terendah berada di Kabupaten Tanah Bumbu dan Kabupaten Kotabaru. Sedangkan kabupaten/kota sisanya berada dalam *cluster* di antara keduanya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anselin, L., et al. (2010). *Perspectives on Spatial Data Analysis*. USA : Arizona State University.
- [2] Ediyanto, et al. (2013). *Pengklasifikasian Karakteristik Dengan Metode K-Means Cluster Analysis*. Volume 02, No.2 hal (133-136). Pontianak : Universitas Tanjungpura.
- [3] Firmansyah, B.E. (2011). *Pemodelan dan Pemetaan Angka Buta Huruf Provinsi Jawa Timur Dengan Pendekatan Regresi Spasial*. Surabaya : ITS.
- [4] Hasanah, Nur, et al. (2017). *Sistem Pengelompokan Curah Hujan Menggunakan Metode K-Means di Wilayah Kalimantan Timur*. Vol, 2, No.2.
- [5] Hersfield DM. (1973). *On the Probability of Extreme Rainfall Events*. Bulletin American Meteorological Society. Vol 54. 10. Pages : 1013 – 1018.



-
- [6] Ningsih, Partini. (2017). *Pembentukan Zona Musim Kabupaten Ngawi Dengan Metode Skater (Spatial 'K'cluster Analysis By Tree Edge Removal)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [7] Putri, Shandra DA. (2018). *Penerapan Indeks Moran Untuk Mengidentifikasi Autokorelasi Spasial Data Curah Hujan Di Provinsi Jateng, DIY dan Jatim*. Jatinangor : Universitas Padjajaran.
- [8] Suciantini et al. (2006). *Evaluasi Prakiraan Curah Hujan BMG: Studi Kasus Kabupaten Indramayu*. hal 34-43. Bandung : IPB
- [9] Supari. (2017). *Characteristics Spatio-Temporal Rainfall Extreme*. Clime Journal, 2(12), p. 180.
- [10] Yadav, Ritu., dan Anuradha Sharma. (2012). *Advanced Methods to Improved Performance of K-Means Algorithm : A Review*. Global Journal of Computer Science and Technology Volume 12 Issue 9 Version 1. USA : Global Journal Inc.