



Analisis Clustering Perubahan Cuaca dan Iklim di Kota Manado Menggunakan Metode K-Means

Uzal Fernando Kalude *¹, Jullia Titaley ², Aditya Lapu Kalua³

^{1,2} Sistem Informasi, Matematika, FMIPA, UNSRAT

^{1,2} Matematika, Matematika, FMIPA, UNSRAT

e-mail: *¹uzalkalude@gmail.com, ²july_titaley@unsrat.ac.id, ³adityalapu.kalua@unsrat.ac.id

ARTICLE INFO

History of the article:

Received June 1, 2022

Revised June 21, 2022

Accepted October 12, 2022

Keywords:

3 to 5

Keywords

Cuaca, Iklim, Clustering, K-Means

Correspondece:

E-mail: uzalkalude@gmail.com

ABSTRAKSI

Tujuan dari penelitian ini yaitu, untuk mengetahui analisis clustering perubahan cuaca dan iklim di Kota Manado menggunakan metode K-Means. Penelitian ini menggunakan data harian curah hujan, suhu udara, kelembapan udara, lama penyinaran matahari dan arah angin saat kecepatan penuh sebanyak 365 data sepanjang tahun 2021 lalu dilakukan clustering menggunakan metode K-Means. Hasil penelitian ini menunjukkan intensitas curah hujan tertinggi berada pada cluster 3, bulan Januari sampai pertengahan Maret dan akhir bulan November sampai bulan Desember dengan rata-rata curah hujan 20-38.8mm, rata-rata suhu udara 24.7-27.8°C, rata-rata kelembapan udara 80-94%, lama penyinaran matahari berkisar antara 2-8 Jam, dan arah angin saat kecepatan penuh berkisar antara 250-360°.

Kata Kunci: Cuaca, Iklim, Clustering, K-Means..

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang letak geografisnya dilalui oleh garis khatulistiwa. Hal ini membuat negara Indonesia beriklim tropis [1]. Iklim sendiri mempunyai pengaruh yang sangat besar bagi kelangsungan hidup manusia pada beberapa sektor diantaranya seperti pertanian, pariwisata, transportasi, dan lain-lain. Cuaca menyatakan kondisi atmosfer sesaat pada suatu tempat tertentu sedangkan iklim merupakan keadaan atmosfer dalam periode yang panjang dan dalam wilayah yang luas [2]. Unsur-unsur pada cuaca dan iklim yaitu penyinaran matahari, suhu udara, arah dan kecepatan angin, kelembapan udara, dan curah hujan [3].

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu [4]. Besarnya intensitas curah hujan berbeda-beda tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya [5]. Menurut Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Utara, rata-rata intensitas curah hujan di Kota Manado tahun 2020-2021 berkisar sebesar 3400 – 4200 mm sehingga menjadikan Kota Manado sebagai salah satu daerah dengan intensitas curah hujan tertinggi di Sulawesi Utara [6], [7].

Beberapa kasus bencana alam telah terjadi akibat intensitas curah hujan yang tinggi di Kota Manado [8] [9]. Salah satunya, mengutip berita pada tanggal 5 Maret 2022 pada website BNPB, menurut BPBD (Badan Penanggulangan Bencana Daerah) Kota Manado mencatat, 2 warga dilaporkan meninggal dan 278 jiwa dari 155 KK terdampak pada peristiwa banjir dan tanah longsor akibat curah hujan yang tinggi. Tercatat sedikitnya terdapat 13 kelurahan dan 5 kecamatan yang terdampak banjir dan tanah longsor.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Clustering K-Means* yang dapat mengelompokkan intensitas curah hujan pada tiap wilayah yang berpotensi bencana alam berupa banjir serta longsor. Pemilihan metode *Clustering K-Means* dipilih karena mudah diimplementasikan dan diadaptasi serta umum digunakan dalam penyelesaian studi kasus pengelompokan objek tertentu [10]. Perhitungan analisa dan pengelompokan dibantu dengan menggunakan *software* RStudio yang merupakan *software open source* yang berfungsi sebagai analisa dengan permodelan seperti bentuk statistik, diagram dan lainnya yang dapat diunduh di <http://cran.r-project.org/>.

Penelitian pernah dilakukan dengan judul Penerapan *Metode K-Means* dalam Pengelompokan Curah Hujan di Kalimantan Timur [11]. Dalam penelitian di dapat nilai SSE (*Sum of Square Error*) tiga *cluster* lebih kecil dibandingkan nilai SSE dua *cluster* dengan selisih dua *cluster* adalah 13366240.9 dan tiga *cluster* adalah 4851443.4. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Salamena, yang berjudul Sistem Informasi Geografis Zona Potensi Penangkapan Ikan Berbasis Parameter Oseanografi di Laut Maluku, menunjukkan dari ke-5 *cluster* optimal, *cluster* 3 dan 5 merupakan daerah kesuburan tinggi dengan nilai SPL 26°C-27°C dan klorofil 0,36-0,58 mg/l.

Berdasarkan permasalahan yang ada, penulis melakukan penelitian dengan mengimplementasikan analisis clustering perubahan cuaca dan iklim di Kota Manado menggunakan metode *K-Means*, serta sebagai sarana informasi untuk mempermudah pengelompokan daerah yang rawan bencana alam akibat tingginya intensitas curah hujan di Kota Manado.

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dimulai pada bulan Januari 2022 sampai bulan Mei 2022, dimulai dengan studi literatur, pengumpulan data sampai pengolahan data. Data diambil dari website BMKG yang menyediakan data curah dan variabel yang mempengaruhi curah hujan dan pengolahan data dilaksanakan secara remote.

B. Metode Pengumpulan Data

Berikut adalah beberapa metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan dari beberapa alat pengumpulan data:

1. Pengumpulan Data Sekunder:

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada sumber literatur dari berbagai sumber dan dikumpulkan oleh peneliti [12], [13].

Metode ini melibatkan pengambilan data dari sumber yang sudah ada, seperti:

- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG): Data historis suhu, curah hujan, kelembaban, tekanan udara, dan kecepatan angin di Kota Manado.
- Lembaga Penelitian Iklim (Contoh: NOAA, NASA): Data satelit atau model iklim global yang mencakup wilayah Manado.
- Dinas Lingkungan Hidup atau BPS Kota Manado: Data statistik terkait perubahan iklim dan lingkungan.
- Jurnal atau Publikasi Ilmiah: Studi sebelumnya tentang iklim di Sulawesi Utara atau wilayah dengan karakteristik serupa.

2. Pengamatan Langsung (Observasi Lapangan)

- Pencatatan Harian Cuaca: Kolaborasi dengan stasiun cuaca lokal atau komunitas pengamat cuaca (*weather enthusiasts*).

3. Wawancara dengan Pakar

Wawancara yang dipakai peneliti dalam mendapatkan data penelitian dengan bertanya langsung [14], [15] pada beberapa ahli dan stakeholder yang mempunyai wewenang dalam hal ini dinas terkait

- Ahli Klimatologi atau Meteorologi: Wawancara dengan peneliti BMKG atau akademisi untuk mendapatkan insight tentang pola cuaca dan iklim di Manado.
- Pemerintah Daerah: Diskusi dengan dinas terkait untuk memahami kebijakan dan data yang dimiliki.

4. Penggunaan Data Satelit dan Remote Sensing

- Data MODIS (NASA) atau Himawari (JMA): Untuk analisis suhu permukaan, tutupan awan, dan parameter iklim lainnya.
- Citra Satelit Resolusi Tinggi: Memantau perubahan vegetasi atau suhu permukaan laut yang memengaruhi iklim lokal.

C. Variabel Pendukung

Variabel pendukung yang digunakan dalam penelitian adalah:

1. Jenis data penelitian:

- Curah Hujan (mm)
- Rata-Rata Suhu Udara (°C)
- Rata-Rata Kelembaban Udara (%)
- Lama Penyinaran Matahari (Jam)
- Arah Angin Saat Kecepatan Penuh (°)

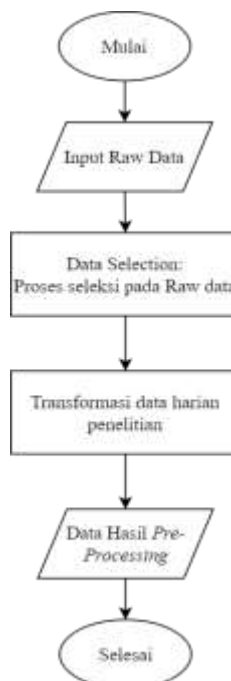
2. Periode data penelitian:

Data penelitian yang di ambil dari bulan Januari-Desember tahun 2021.

D. Metode Penelitian

Penelitian ini melalui beberapa proses tahapan penelitian yaitu sebagai berikut:

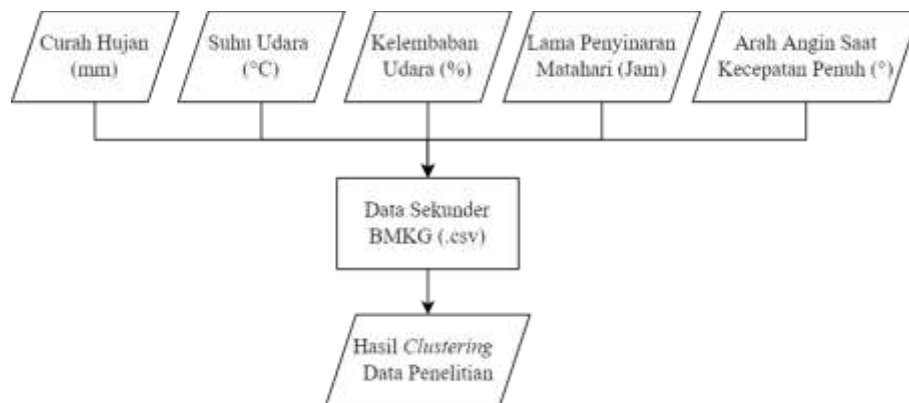
1) Alur Penelitian *Pre-Processing*



Gambar 1 Alur Penelitian *Pre-Processing*

Pada Gambar 1 menggambarkan alur penelitian pre-processing, dimulai dari input data mentah (raw), kemudian dilakukan data selection pada raw data. Data selection yaitu proses seleksi atau pemilihan data yang relevan terhadap analisis untuk di terima dari koleksi data yang ada. Selanjutnya dilakukan tranformasi data untuk merubah skala data kedalam bentuk lain sehingga data memiliki distribusi yang diharapkan. Transformasi data menggunakan scale “ $tabelfix=scale(tabel1[2:6])$ ” dimana transformasi di batasi dari kolom 2 sampai 6 karena memiliki nilai numerik. Setelah dilakukan transformasi data maka di dapat hasil data pre-processing.

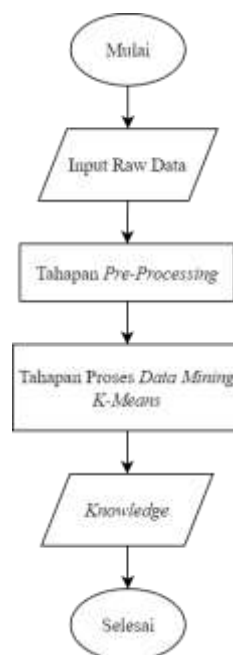
2) Proses Data Mining



Gambar 2 Proses Data Mining

Pada Gambar 2 menggambarkan proses data mining. Data penelitian menggunakan data sekunder dari BMKG dengan tipe data excel (.csv). Selanjutnya di tentukan jumlah cluster yang akan digunakan, kemudian jumlah cluster di masukkan ke dalam metode K-Means untuk mendapatkan hasil clustering.

3) Flowchart Keseluruhan Penelitian



Gambar 3 Flowchart Keseluruhan Penelitian

Pada Gambar 3 menggambarkan flowchart dari keseluruhan penelitian, dimulai dari input raw data kemudian dilakukan tahapan pre-processing kemudian dilakukan proses data mining K-Means kemudian masuk pada tahapan knowledge. Pada tahapan ini di dapatkan kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif merupakan suatu metode analisis statistik yang bertujuan untuk memberikan deskripsi atau gambaran mengenai subjek penelitian berdasarkan data variabel yang diperoleh.

a. Analisis Deskriptif Faktor-Faktor Klimatologi

Pada data penelitian terdapat *missing value* (NA) sehingga perlu dilakukan penanganan *missing value* agar didapatkan hasil yang optimal. Penanganan *missing value* menggunakan nilai *mean* (rata-rata) dari variabel data penelitian menggunakan RStudio. Berikut adalah beberapa data asli yang masih terdapat *missing value*.

Tabel 1 Data Asli Yang Masih Memiliki *Missing Value*

Curah Hujan (mm)	Rata-Rata Suhu Udara (°C)	Rata-Rata Kelembapan Udara (%)	Lama Penyinaran Matahari (Jam)	Arah Angin Saat Kecepatan Penuh (°)
4.1	26.8	84	5	260
5	25.7	92	0.2	150
5.2	NA	NA	7.4	260
NA	27.8	83	4.3	260
49	26.5	88	6.1	150
0	28.2	75	2.1	170
19	26.5	88	6.5	360
NA	28.5	74	6.1	120
NA	27.3	85	9.8	60
NA	29.4	73	7.5	200
16.6	NA	NA	0	50
13.9	27	80	0	250

Pada Tabel 1, peneliti mengambil beberapa contoh *missing value* yang terdapat di variabel penelitian. Pada data tersebut terdapat *missing value* yang ditandai dengan NA (*Not Available*). Setelah data NA terisi dengan nilai *mean* (rata-rata) pada tiap variabel data, maka tahap berikutnya dilakukan transformasi data. Berikut merupakan data yang sudah memiliki *value*.

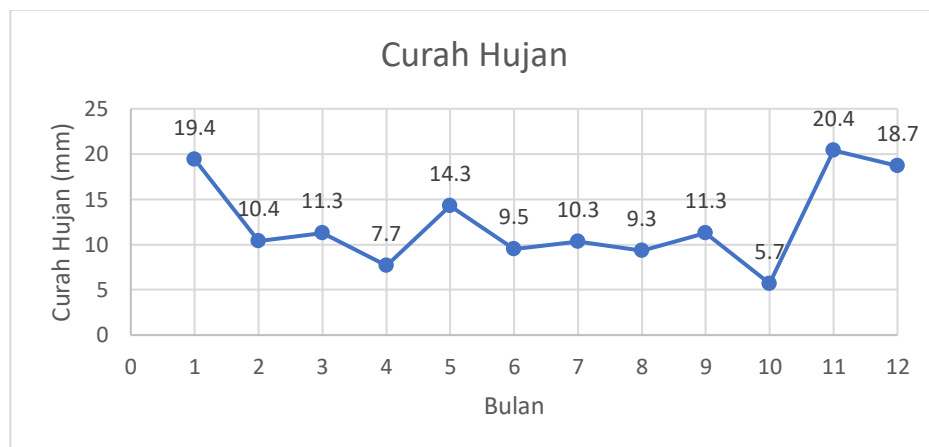
Tabel 2 Data Asli Yang Sudah Memiliki *Value*

Curah Hujan (mm)	Rata-Rata Suhu Udara (°C)	Rata-Rata Kelembapan Udara (%)	Lama Penyinaran Matahari (Jam)	Arah Angin Saat Kecepatan Penuh (°)
4.1	26.8	84	5	260
5	25.7	92	0.2	150
5.2	27	82.2	7.4	260
12.4	27.8	83	4.3	260
49	26.5	88	6.1	150
0	28.2	75	2.1	170
19	26.5	88	6.5	360
12.4	28.5	74	6.1	120
12.4	27.3	85	9.8	60
12.4	29.4	73	7.5	200
16.6	27	82.2	0	50
13.9	27	80	0	250

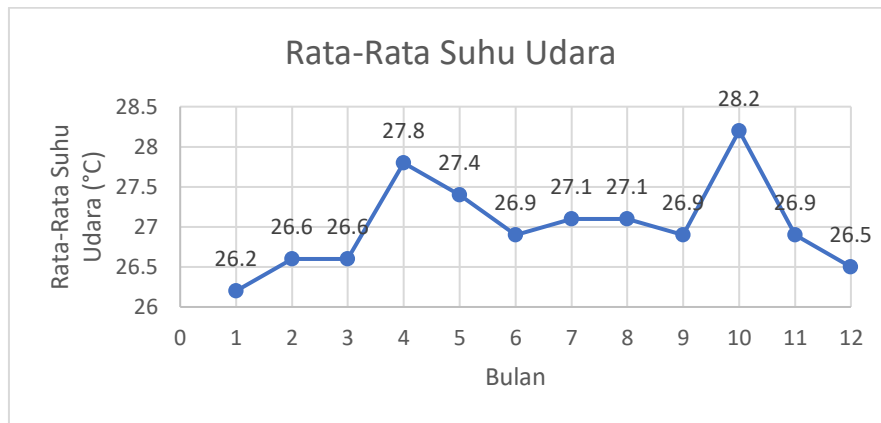
Pada tabel 2, nilai data NA yang terisi pada curah hujan sebesar 12.4mm, nilai NA yang terisi pada rata-rata suhu udara sebesar 27°C, nilai NA yang terisi pada rata-rata kelembapan udara sebesar 82.2%.

b. Analisis Deskriptif Data Perbulan Faktor-Faktor Klimatologi

Data penelitian faktor-faktor klimatologi divisualisasikan dalam bentuk grafik data perbulan. Berikut adalah grafik dari faktor-faktor klimatologi.

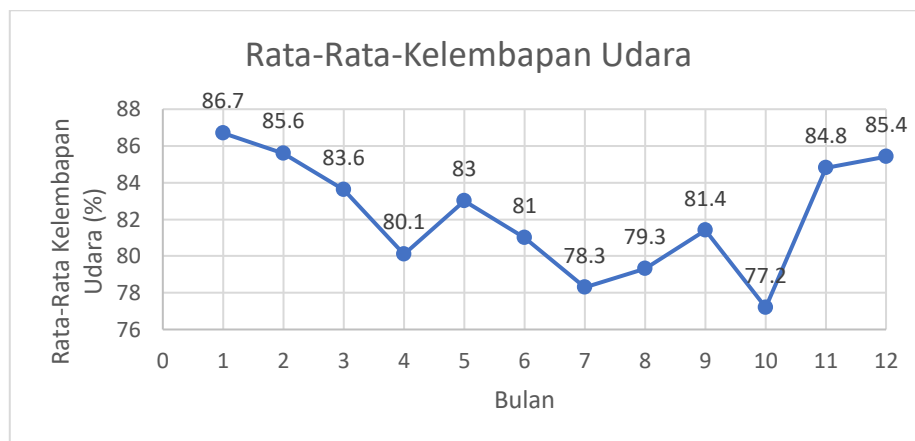
**Gambar 4** Data Curah Hujan Perbulan

Pada Gambar 4, curah hujan terendah tahun 2021 terdapat pada bulan Oktober sebesar 5.7mm dan tertinggi pada bulan November sebesar 20.4mm. Rata-rata curah hujan tahun 2021 sebesar 12.4mm.

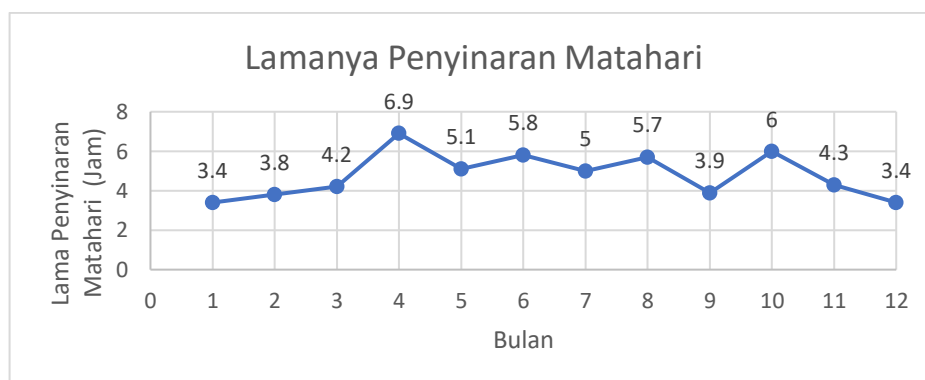


Gambar 5 Data Rata-Rata Suhu Udara

Pada Gambar 5, rata-rata suhu udara terendah tahun 2021 terdapat pada bulan Januari sebesar 26.2°C dan tertinggi pada bulan Oktober sebesar 28.2°C. Rata-rata keseluruhan suhu udara tahun 2021 sebesar 27°C.

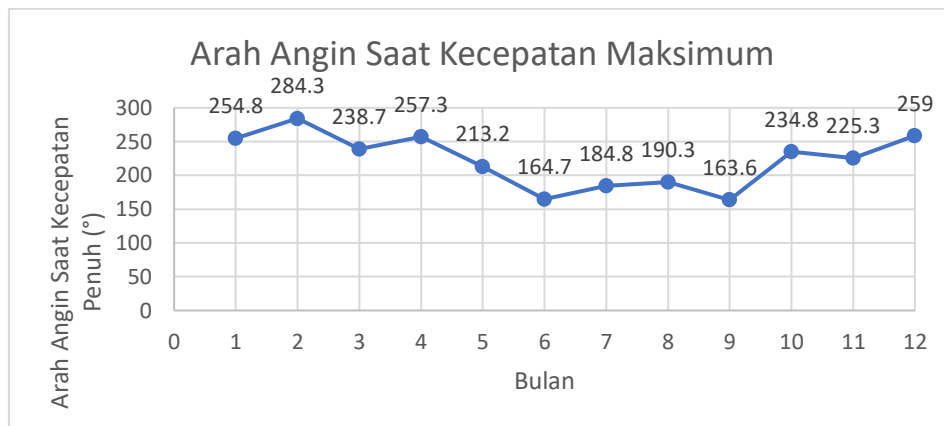


Pada Gambar 6, rata-rata kelembapan udara terendah tahun 2021 terdapat pada bulan Oktober sebesar 77.2% dan tertinggi pada bulan Januari sebesar 86.7%. Rata-rata keseluruhan kelembapan udara tahun 2021 sebesar 82.2%.



Gambar 7 Data Lamanya Penyinaran Matahari

Pada Gambar 7, lamanya penyinaran matahari terendah tahun 2021 terdapat pada bulan Januari dan Desember sebesar 3.4 Jam dan tertinggi pada bulan April sebesar 6.9 Jam. Rata-rata lamanya penyinaran matahari tahun 2021 sebesar 4.8 Jam.



Gambar 8 Data Arah Angin Saat Kecepatan Maksimum

Pada Gambar 8, arah angin saat kecepatan maksimum terendah tahun 2021 terdapat pada bulan Desember sebesar 263.6° dan tertinggi pada bulan Februari sebesar 284.3° . rata-rata arah angin saat kecepatan maksimum tahun 2021 sebesar 222.6° .

2. Analisis Cluster

Analisis *cluster* adalah salah satu dari metode dalam analisis multivariat yang memiliki tujuan untuk mengelompokkan objek-objek berdasarkan karakteristik yang dimilikinya. Analisis *cluster* mengelompokkan individu atau objek penelitian, sehingga setiap objek yang paling dekat kesamaanya dengan objek lain berada pada cluster yang sama. *Cluster-cluster* yang terbentuk dalam satu *cluster* mempunyai ciri yang relatif sama (homogen), sedangkan antar *cluster* mempunyai ciri yang berbeda (heterogen).

a. Transformasi Data

Transformasi data bertujuan untuk mengubah skala pengukuran data asli menjadi bentuk lain sehingga data memiliki distribusi yang diharapkan. Berikut adalah beberapa contoh hasil transformasi data.

Tabel 3 Transformasi Data

Curah Hujan (mm)	Rata-Rata Suhu Udara ($^\circ\text{C}$)	Rata-Rata Kelembapan Udara (%)	Lama Penyinaran Matahari (Jam)	Arah Angin Saat Kecepatan Penuh ($^\circ$)
-0.415961611	-0.174379976	0.280043834	0.06936303	0.355127221
-0.410937255	-0.015258248	0.585348492	1.350823663	0.449315156
0.709494121	-0.333501704	0.585348492	1.177653307	0.54350309
-0.310450136	-0.890427753	0.585348492	-1.350633887	1.297006567
1.186807935	-0.413062569	0.585348492	-1.523804243	0.449315156
-0.596838425	-1.845158123	1.806567122	-1.038927247	0.260939286
2.030899734	-1.129110346	1.501262465	-0.761854678	0.449315156
0.081449628	-0.25394084	0.585348492	-1.662340528	0.54350309
0.207058526	-0.413062569	0.432696163	0.06936303	0.355127221
-0.415961611	-0.174379976	0.280043834	0.06936303	0.355127221
:	:	:	:	:
:	:	:	:	:
1.528464139	-1.129110346	-0.330565481	-1.593072386	0.73187896
0.021157356	-1.367792938	0.280043834	-1.662340528	0.449315156
-0.420985967	-0.810866889	0.432696163	-1.385267959	1.108630698
-0.245133509	-2.16340158	1.806567122	-0.554050251	0.920254829
-0.049183627	-1.129110346	1.195957807	-1.662340528	0.54350309

b. Penentuan Jumlah Cluster

Dalam penentuan jumlah *cluster*, penulis menentukan jumlah *cluster* sebanyak 4 *cluster* berdasarkan jumlah dari batas nilai intensitas curah hujan. Selanjutnya setelah jumlah *cluster* telah di tentukan, dilakukan penentuan *cluster* dengan metode *K-Means*.

c. Metode *K-Means*

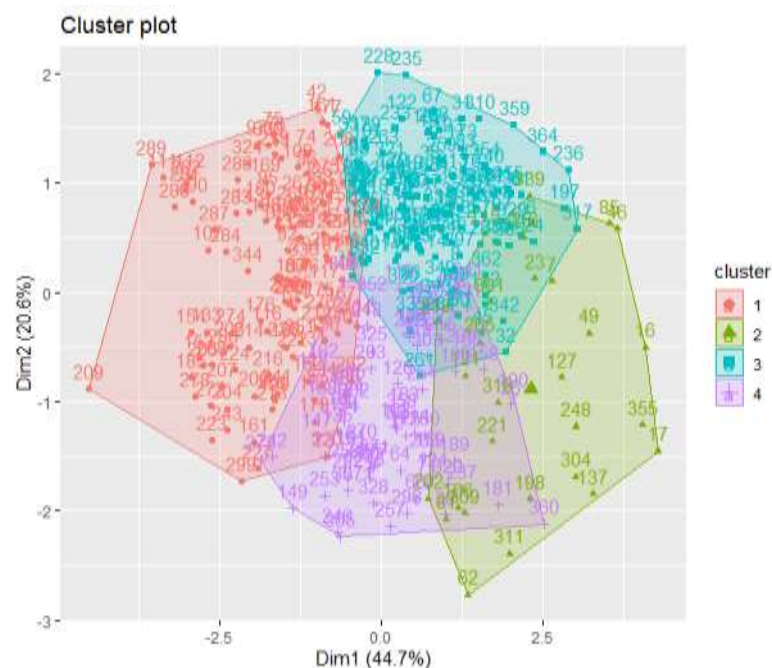
Setelah menentukan jumlah *cluster*, selanjutnya penulis menentukan *cluster* menggunakan metode *K-Means* untuk mendapatkan hasil *clustering* berdasarkan data penelitian.

Dengan menggunakan $k=4$, diketahui *cluster* 1 memiliki jumlah anggota 122, *cluster* 2 memiliki jumlah anggota 28, *cluster* 3 memiliki jumlah anggota 138, *cluster* 4 memiliki jumlah anggota 77 dan nilai *centroid* yang di dapat bisa dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Centroid Data Penelitian

Cluster	Centroid				
	Curah Hujan (mm)	Rata-Rata Suhu Udara (°C)	Rata-Rata Kelembapan Udara (%)	Lama Penyinaran Matahari (Jam)	Arah Angin Saat Kecepatan Penuh (°)
1	-0.44940241	1.0112073	-1.0362697	0.54288459	0.1721556
2	2.76050799	-0.9643057	0.7009281	-0.68640188	-0.2570944
3	-0.07405055	-0.5433579	0.6273832	-0.36456675	0.6793248
4	-0.15906694	-0.2777058	0.2625979	0.04282524	-1.3967684

Setelah di ketahui tiap data masuk ke *cluster* mana, selanjutnya di dapatkan nilai *within cluster sum of squares* dari *cluster k-means* dengan $k=4$, untuk *cluster* 1 sebesar 306.7961, *cluster* 2 sebesar 119.0070, *cluster* 3 sebesar 293.3590 dan *cluster* 4 sebesar 171.2535. Nilai *between_ss* atau *between sum of squares* dibagi nilai *total_SS* sebesar 51.1%. Berikut adalah beberapa hasil *clustering* berdasarkan tiap *cluster* dan visualisasi hasil *clustering*.



Gambar 7 Visualisasi Hasil Clustering

Tabel 5 *K-Means Clustering*

Curah Hujan (mm)	Rata-Rata Suhu Udara (°C)	Rata-Rata Kelembapan Udara (%)	Lama Penyinaran Matahari (Jam)	Arah Angin Saat Kecepatan Penuh (°)	Cluster
0.6	28.4	77	5	300	1
0.5	28.5	74	5.6	340	1
0	28.8	76	4.6	310	1
8	28.1	78	0	250	1
1.4	29.6	73	7.9	270	1
:	:	:	:	:	:
6.2	25.9	86	0.9	360	2
36	26.5	86	0.4	270	2
0.5	24.7	94	1.8	250	2
29.1	26.8	84	0	260	2
14	26.7	86	0	280	2
:	:	:	:	:	:
4.1	26.8	84	5	260	3
4.2	27	86	8.7	270	3
26.5	26.6	86	8.2	280	3
12.4	27.3	86	7.3	260	3
22.5	28.2	80	9.7	330	3
:	:	:	:	:	:
1.8	27.8	80	2.5	70	4
10.5	25.3	89	5.8	110	4
22.5	26.6	84	0.9	30	4
37.8	24.3	94	3.4	70	4
3.6	27	82.2	0.7	60	4

Pada Gambar 7 menunjukkan visualisasi hasil *clustering* dan pada Tabel 5 menunjukkan hasil *K-Means clustering*. Visualisasi dapat digunakan untuk mengetahui persebaran data berdasarkan pengelompokan *cluster*, dimana untuk *cluster* 1 berwarna merah dengan jumlah anggota *cluster* 122 yaitu data 42, 209, 289, ..., *cluster* 2 berwarna hijau dengan jumlah anggota *cluster* 28 yaitu data 16, 49, 62, ..., *cluster* 3 berwarna biru dengan jumlah anggota 138 yaitu data 1, 2, 3, ..., dan *cluster* 4 berwarna ungu dengan jumlah anggota 77 yaitu data 149, 253, 257, ...

Pada *cluster* 1, rata-rata curah hujan 0-12.4mm, rata-rata suhu udara 27.1-30°C, rata-rata kelembapan udara 68-85%, lama penyinaran matahari 2.1-10.6 Jam, dan arah angin saat kecepatan penuh 170-360°. Pada *cluster* 2 rata-rata curah hujan 45-87mm, rata-rata suhu udara 24-27°C, rata-rata kelembapan udara 80-93%, lama penyinaran matahari 1-4.5 Jam, dan arah angin saat kecepatan penuh 210-300°. Pada *cluster* 3, rata-rata curah hujan 2-38.8mm, rata-rata suhu udara 24.7-27.8°C, rata-rata kelembapan udara 80-94%, lama penyinaran matahari 2-8 Jam, dan arah angin saat kecepatan penuh 250-360°. Pada *cluster* 4, rata-rata curah hujan 3-31.5mm, rata-rata suhu udara 26.1-28.2°C, rata-rata kelembapan udara 80-91%, lama penyinaran matahari 4-9.8 Jam, dan arah angin saat kecepatan penuh 10-170°.

Berdasarkan hasil yang di dapat, bisa disimpulkan bahwa dari 4 *cluster* yang di bentuk, *cluster* 3 merupakan *cluster* dengan intensitas curah hujan tertinggi di bandingkan *cluster* yang lain. Intensitas curah hujan tertinggi pada *cluster* 3 berada pada bulan Januari sampai pertengahan Maret dan akhir bulan November sampai bulan Desember. Sedangkan intensitas curah hujan terendah berada pada *cluster* 4.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian, intensitas curah hujan tertinggi berada pada bulan Januari sampai pertengahan Maret dan akhir bulan November sampai bulan Desember. *Cluster* dengan intensitas curah hujan tertinggi berada pada *cluster* 3 dengan rata-rata curah hujan 20-38,8 mm (sedang), rata-rata suhu udara 24.7-27.8°C (minimum), rata-rata kelembapan udara 80-94% (tinggi), lama penyinaran matahari berkisar antara 2-8 Jam, dan arah angin saat kecepatan penuh berkisar antara 250-360° (barat daya-utara). Sedangkan *cluster* dengan intensitas curah hujan terendah berada pada cluster 4 dengan rata-rata curah hujan 2-20 mm (rendah), rata-rata suhu udara 26.1-28.2°C (maksimum), rata-rata kelembapan udara 80-91% (rendah), lama penyinaran matahari 4-10 Jam, dan arah angin saat kecepatan penuh 10-170° (utara-selatan tenggara).

Rekomendasi yang mengacu pada penelitian ini adalah BMKG perlu meningkatkan pengumpulan data cuaca dan iklim agar dapat memberikan informasi yang lebih lengkap kepada masyarakat. Hal ini penting untuk memperingatkan mereka mengenai tingginya intensitas curah hujan terutama pada bulan Januari-Maret dan November-Desember. Dengan begitu, masyarakat dapat lebih waspada dan berhati-hati menghadapi potensi resiko banjir dan bencana alam akibat curah hujan yang tinggi pada periode tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Susilo, *Mengenal Iklim dan Cuaca di Indonesia*. Diva Press, 2021.
- [2] F. Fasdash, "Analisis Curah Hujan Untuk Membuat Kurva Intensity-Duration-Frequency (Idf) Di Kawasan Kota Lhokseumawe," *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, vol. 4, no. 1, 2014.
- [3] N. S. Assadah, I. Sendow, and N. Dharmayanti, "Hantavirus: Struktur, mekanisme penularan penyakit, perkembangan obat dan vaksin untuk pengendalian penyakit di Indonesia," 2020, *WARTAZOA*.
- [4] F. Dwirani, "Menentukan stasiun hujan dan curah hujan dengan metode polygon thiessen daerah kabupaten lebak," *Jurnal Lingkungan Dan Sumberdaya Alam (JURNALIS)*, vol. 2, no. 2, pp. 139–146, 2019.
- [5] S. A. Fajriyah and E. Wardhani, "Analisis Hidrologi untuk Penentuan Metode Intensitas Hujan di Wilayah Kecamatan Bogor Barat, Kota Bogor," *Serambi Engineering*, vol. 5, no. 2, pp. 900–913, 2020.
- [6] W. L. Kawuwung and S. H. J. Tongkukut, "Analisis Pengaruh Siklon Tropis Terhadap Curah Hujan Di Sulawesi Utara," *Jurnal MIPA*, vol. 8, no. 1, pp. 21–27, 2019.
- [7] I. Meliane, A. A. I. A. Adnyano, and E. Sumarjono, "ANALISIS CURAH HUJAN DALAM MERANCANG SALURAN TERBUKA DI SULAWESI UTARA," *Mining Insight*, vol. 2, no. 2, pp. 107–114, 2021.
- [8] F. N. Mandey, H. S. Kolibu, and M. D. Bobanto, "Pemodelan Sistem Prediksi Intensitas Curah Hujan di Kota Manado Dengan Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy," *Jurnal MIPA*, vol. 6, no. 2, pp. 19–23, 2017.
- [9] B. Laurensz, F. Lawalata, and S. Y. J. Prasetyo, "Potensi resiko banjir dengan menggunakan citra satelit (Studi kasus: Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara)," *Indonesian Journal of Computing and Modeling*, vol. 2, no. 1, pp. 17–24, 2019.
- [10] C. Prianto and S. Bunyamin, *Pembuatan aplikasi clustering gangguan jaringan menggunakan metode K-Means clustering*, vol. 1. Kreatif, 2020.
- [11] H. D. I. K. TIMUR, "PENERAPAN METODE K-MEANS DALAM PENGELOMPOKAN CURAH," *PROCEEDINGS SNRIK 2016*, vol. 1, p. 20, 2016.
- [12] E. Alfonsius and M. Rifai, "PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PENJUALAN BARANG BERBASIS VENDOR MANAGED INVENTORY (VMI)," *PROSIDING SEMANTIK*, vol. 1, no. 2, p. 253, 2015.
- [13] M. Rifai, E. Alfonsius, and L. Sanjaya, "PEMODELAN SISTEM INFORMASI ALUMNI STMIK ADHI GUNA BERBASIS WEBSITE," *SEMNASTEKNOMEDIA ONLINE*, vol. 5, no. 1, pp. 1–2, 2017.

- [14] E. Alfonsius and Z. Arifin, “SISTEMPENENTUAN CALON PENERIMA BEASISWA BIDIKMISI MENGGUNAKAN FUZZY MULTI CRITERIA DECISION MAKING,” in *SISITI: Seminar Ilmiah Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, 2017.
- [15] S. F. Ramadhani, E. Alfonsius, and M. Y. Jumain, “Sistem Informasi Seleksi Calon Ketua Himpunan Menggunakan Metode SAW Pada Himpunan Sistem Informasi STMIK Adhi Guna,” *E-JURNAL JUSITI: Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, vol. 9, no. 2, pp. 129–137, 2020.