



Evaluasi Efektifitas Jaringan Pos Hujan dalam Mitigasi Kebencanaan di Provinsi Bengkulu

Ania Maulidiah Nisa¹, Yahya Darmawan^{1*}

¹ Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Tangerang, Indonesia

*Corresponding Author: yahya.darmawan@bmet.go.id

Abstract

This study aims to evaluate the rain post network using the Kagan-Rodda method in Bengkulu Province, especially for supporting the disaster mitigation of hydro-meteorology. In order to obtain an accurate and efficient number and location point of the rain post network, it is necessary to evaluate the existence of existing rain posts. The method used in this research is descriptive quantitative where calculations are made on the method of analyzing the rain post network evaluation based on WMO standards and based on the Kagan-Rodda method analysis. The results of the research on the WMO standard evaluation analysis of the rain post network show that 52 rain posts are included in the minimum density category, 22 rain posts are classified as maximum density, and 42 others have normal density. Based on the analysis of the Kagan-Rodda method, several smoothing errors were obtained, namely 1%, 2%, 3%, 4%, and 5%. With the value of the number of rain posts that are still lacking in the selected smoothing error recommendations, rain posts can be procured, so that accurate and ideal rainfall analysis results will be obtained.

Keywords: Evaluation; Kagan-Rodda; Rainfall Stations; WMO.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan evaluasi jaringan pos hujan menggunakan metode Kagan-Rodda di Provinsi Bengkulu dalam mendukung mitigasi kebencanaan khususnya bencana Hydro-meteorologi. Dalam rangka mendapatkan jumlah dan titik lokasi jaringan pos hujan yang akurat dan efisien, maka dirasa perlu dilakukan adanya evaluasi terhadap keberadaan pos hujan yang ada. Metode yang digunakan pada penelitian ini merupakan deskriptif kuantitatif dimana dilakukan perhitungan terhadap metode analisis evaluasi jaringan pos hujan berdasarkan standar WMO dan berdasarkan analisis metode Kagan-Rodda. Hasil penelitian pada analisis evaluasi standar WMO jaringan pos hujan menunjukkan bahwa 52 pos hujan termasuk dalam kategori kerapatan minimum, 22 pos hujan yang tergolong kerapatan maksimum, dan 42 lainnya memiliki kerapatan normal. Berdasarkan analisis metode Kagan-Rodda didapatkan beberapa kesalahan perataan yaitu 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%. Dengan nilai jumlah pos hujan yang masih kurang dalam rekomendasi kesalahan perataan yang dipilih maka dapat dilakukan pengadaan pos hujan, sehingga akan didapatkan hasil analisis curah hujan yang akurat dan ideal.

Kata Kunci: Evaluasi; Kagan-Rodda; Pos Hujan; WMO.

DOI:

10.36080/jjdr.v2i2.179

PENDAHULUAN

Dalam perencanaan infrastruktur air, hidrologi merupakan salah satu aspek yang harus menjadi perhatian (Imaaduddin et al., 2019). Hidrologi merupakan studi tentang pola curah hujan, aliran sungai, tingkat kerawanan banjir, dan manajemen sumber daya air. Dengan memperhatikan parameter-parameter hidrologi maka dapat dilakukan perencanaan terkait infrastruktur air serta pencegahan dan adaptasi tantangan hidrologis di masa yang akan datang. Curah hujan merupakan kuantitas air yang berasal dari hujan di suatu daerah (Dwirani, 2019). Curah hujan adalah ketinggian air hujan yang terkumpul di dalam pengukur hujan pada tempat yang datar, dimana air tidak diserap, tidak merembes, dan tidak mengalir (Doloksaribu et al., 2023). Pengukuran curah hujan dilakukan dengan menggunakan alat pengukur curah hujan bernama rain gauge yang ditempatkan di lokasi terbuka yang dapat merepresentasikan banyaknya air hujan yang jatuh



selama periode tertentu di suatu daerah. Curah hujan menjadi parameter hidrologi yang penting dalam pengelolaan sumber daya air, perencanaan tata ruang, mitigasi bencana, serta dalam perhitungan prediksi cuaca dan pola iklim. Oleh karena itu data hidrologi yang akurat sangat diperlukan mengingat pentingnya berbagai parameter hidrologi.

Pos-pos hujan yang terpasang di suatu wilayah merupakan sumber dari data hidrologi (Renaldhy et al., 2021). Pos hujan merupakan pos pengamatan yang tersebar di berbagai daerah untuk melakukan pengamatan atau pencatatan parameter hujan baik secara manual, digital, maupun grafik (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2009). Dengan adanya pos hujan, maka dapat dilakukan pemantauan dan perhitungan terkait curah hujan. Namun, data-data yang dihasilkan dari pos hujan yang ada di suatu wilayah belum tentu dapat dikatakan akurat. Data hidrologi yang akurat dipengaruhi oleh jumlah pos hujan pada suatu wilayah, kerapatan dan distribusi jaringan pos hujan curah hujan, dan perhitungan dari data itu sendiri (Nandiasa et al., 2020). Data hidrologi yang akurat akan memperkuat hasil analisa yang dilakukan.

Untuk mendapatkan jumlah dan titik lokasi jaringan pos hujan yang akurat dan efisien, perlu dilakukan evaluasi terhadap pos hujan yang ada. Terdapat beberapa metode evaluasi jaringan pos curah hujan dalam hidrologi. Salah satu metode evaluasi yang dapat dilakukan yaitu evaluasi jaringan pos curah hujan menggunakan metode Kagan-Rodda. Metode Kagan-Rodda dapat memberikan jumlah ideal dan rekomendasi titik lokasi jaringan pos hujan dengan berdasar segitiga-segitiga Kagan (Renaldhy et al., 2021).

Provinsi Bengkulu merupakan salah satu provinsi di pulau Sumatera dengan letak koordinat $3^{\circ}48'$ – $5^{\circ}18'$ LS dan $101^{\circ}6'$ – $104^{\circ}6'$ BT, dengan topografi beragam yaitu berbukit di bagian timur dan dataran rendah yang berhadapan langsung dengan samudera Hindia (Wahyudi, 2021). Provinsi Bengkulu terletak di sepanjang Pantai barat Pulau Sumatera dan berbatasan langsung dengan Samudera Hindia, serta disebelah timur dikelilingi rangkaian pegunungan Bukit Barisan, kondisi geografis ini memberikan ciri khas tersendiri pada cuaca di Provinsi Bengkulu (Paski et al., 2017). Provinsi Bengkulu sendiri saat ini memiliki kerapatan jaringan pos hujan yang sedang namun belum dapat dikatakan sebagai kerapatan jaringan pos hujan yang ideal. Kondisi geografis Provinsi Bengkulu yang sangat beragam tersebut tentu sangat membutuhkan keakuratan analisis hidrologi.

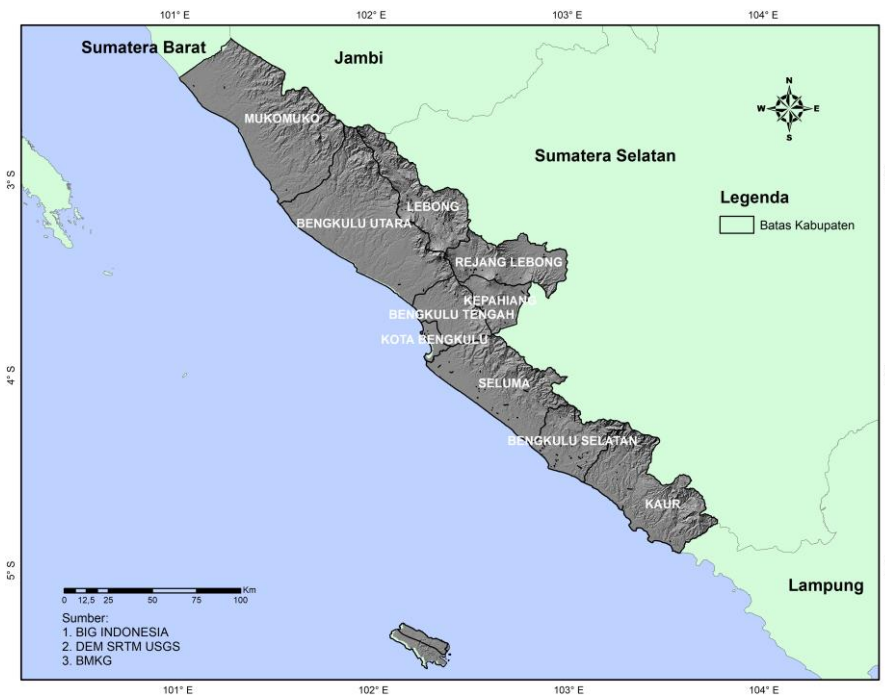
Berdasarkan standar WMO dalam rekomendasi kerapatan jaringan pos curah hujan, Provinsi Bengkulu merupakan daerah pegunungan tropis mediteran dan sedang dengan kondisi ideal 100-250 km² per pos hujan. Dengan adanya 116 pos hujan pada Provinsi Bengkulu sebesar 20.056,3 km², akan didapat kerapatan jaringan sebesar 173 km² untuk setiap pos hujan yang dalam hal ini jaringan pos hujan yang ada di Provinsi Bengkulu sudah termasuk ideal. Namun, keberadaan pos hujan yang ada belum tentu merupakan kerapatan ideal. Oleh karena itu maka diperlukan evaluasi kerapatan jaringan pos curah hujan di Provinsi Bengkulu agar dapat memastikan bahwa data yang diperoleh dari pos-pos hujan akurat dan konsisten untuk keperluan analisis dan perencanaan. Pada penelitian ini evaluasi yang dilakukan yaitu dengan menggunakan metode Kagan-Rodda dan menggunakan standar WMO sehingga diharapkan dapat memberikan hasil rekomendasi pos hujan yang ideal dan efektif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kerapatan jaringan pos curah hujan di Provinsi Bengkulu, menganalisis persebaran pos hujan di berbagai wilayah di Provinsi Bengkulu, serta dengan analisis perhitungan metode Kagan-Rodda dapat memberikan rekomendasi peletakan pos hujan yang ideal agar kualitas dari data curah hujan dapat ditingkatkan ataupun diperbaiki. Diharapkan dengan diadakan penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan terkait perencanaan titik peletakan pos hujan di Provinsi Bengkulu.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

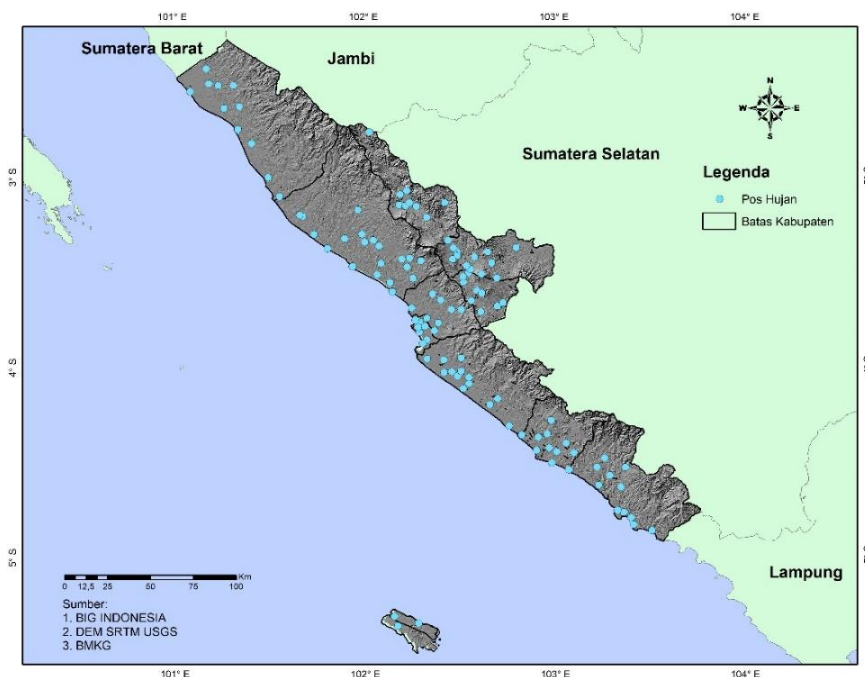
Penelitian ini dilakukan di wilayah Provinsi Bengkulu dengan luas wilayah sebesar 20.056,3 km² yang terdiri dari 9 kabupaten dan 1 kota. Peta SHP lokasi penelitian ditampilkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Peta SHP Provinsi Bengkulu

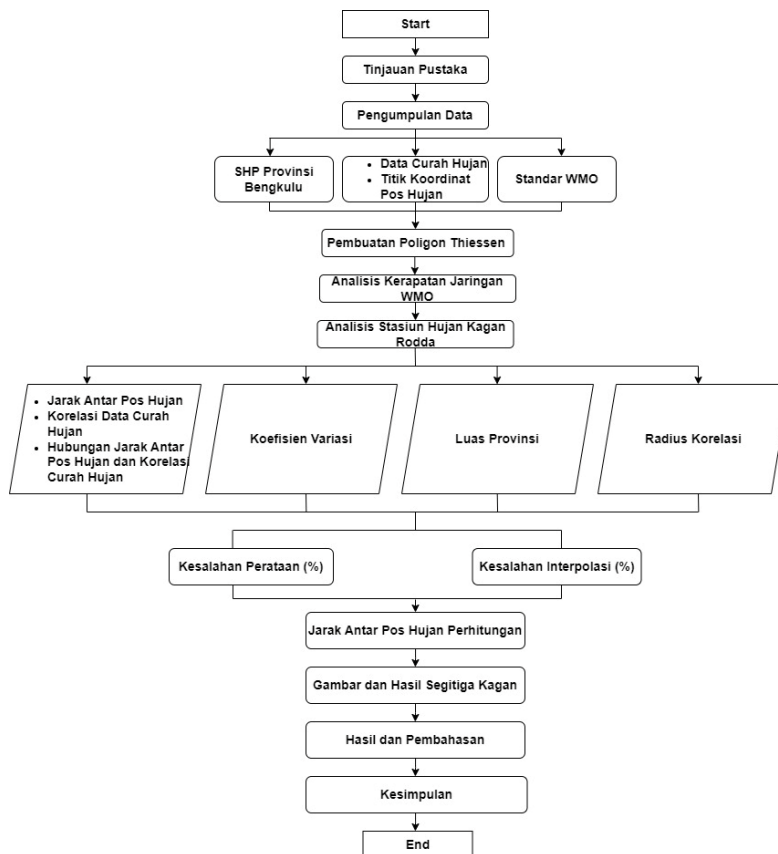
Data

Data yang digunakan dalam penelitian yaitu data SHP Provinsi Bengkulu, data jumlah dan persebaran pos hujan, data curah hujan dengan rentang 10 tahun (2012–2021), serta data standar kerapatan jaringan pos hujan. Data SHP Provinsi Bengkulu didapatkan dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dan dari laman USGS (United State Geological Survey). Data jumlah dan persebaran pos hujan di Provinsi Bengkulu didapatkan dari arsip Stasiun Klimatologi Bengkulu. Data curah hujan berasal dari data observasi pos hujan yang tersebar di berbagai wilayah Provinsi Bengkulu. Data standar kerapatan jaringan pos hujan berdasarkan dari WMO (World Meteorological Organization). Peta persebaran pos hujan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Persebaran Pos Hujan

Tahapan pengolahan data dalam penelitian ini yaitu 1) tinjauan pustaka, 2) pengumpulan data, 3) pembuatan poligon Thiessen berdasarkan pos hujan, 4) analisis evaluasi pos hujan berdasarkan standar WMO, 4) analisis metode Kagan-Rodda, 5) perhitungan kesalahan, 6) penentuan jarak antar pos hujan ideal, 7) pembuatan hasil segitiga kagan rekomendasi, 8) pembahasan dan kesimpulan. Alur Penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Diagram Alur Penelitian

Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode poligon Thiessen, metode analisis WMO terhadap kerapatan pos hujan, dan metode Kagan-Rodda. Metode poligon Thiessen atau dikenal dengan Diagram Voronoi adalah metode yang membagi bidang dengan titik-titik menjadi poligon (William dan Hutomo, 2021). poligon Thiessen menghitung bobot dari curah hujan masing-masing pos hujan yang mewakili luasan di daerah sekitarnya. Poligon Thiessen akan menghasilkan bentuk segitiga yang kemudian akan dihitung luas segitiga pada masing-masing poligon (Erni dan Nugroho, 2021). Untuk menghitung luas segitiga digunakan rumus Heron yaitu sebagai berikut.

$$P = \frac{A_1 \cdot P_1 + A_2 \cdot P_2 + \dots + A_n \cdot P_n}{A_{total}} \dots (1)$$

Keterangan:

- P = Curah hujan daerah
- A_n = Luas daerah thiessen yang mewakili titik pos hujan
- P_n = Curah hujan pada tiap titik pos hujan.

Metode analisis WMO terhadap kerapatan pos hujan merupakan analisis terkait jumlah pos hujan dengan luas daerah berdasarkan tipe daerahnya. Setiap daerah memiliki variasi curah hujannya masing-masing bergantung pada luas dari wilayah tersebut. Hujan yang turun di suatu daerah tidaklah sama dengan daerah yang lain. Pada setiap luasan daerah harus memiliki pos hujan yang dapat merepresentasikan curah hujan di

setiap daerah. Pembangunan pos hujan di setiap wilayah memerlukan adanya pertimbangan jarak pembangunan antar pos hujan, pertimbangan biaya, dan topografi daerahnya. World Meteorological Organization memberikan rekomendasi kerapatan jaringan pos hujan yang ditampilkan pada **Tabel 1** (Linsley dan Franzini, 1986).

Tabel 1. Kerapatan Minimum Jaringan Pos Hujan Rekomendasi WMO.

| Tipe | Luas Daerah (Km ²) Per Satu Pos | |
|--|---|---------------|
| | Kondisi Normal | Kondisi Sulit |
| Daerah dataran tropis mediteran dan sedang | 600-900 | 3.000-9.000 |
| Daerah pegunungan tropis mediteran dan sedang | 100-250 | 1.000-5.000 |
| Daerah kepulauan kecil bergunung dengan curah hujan bervariasi | 140-300 | |
| Daerah arid dan kutub | 1.500-10.000 | |

Metode Kagan-Rodda secara sederhana merupakan metode yang menggunakan analisis statistik antara kerapatan dari pos hujan, kesalahan perataan, dan kesalahan interpolasi (Renaldhy et al., 2021). Metode ini dapat memberikan rekomendasi jaringan pos hujan baru yang lebih optimal (Haromain et al., 2022). Fokus utama dalam metode ini yaitu distribusi curah hujan di suatu wilayah yang dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti jarak antar pos hujan, korelasi data curah hujan per pos hujan, keakuratan dalam menyeimbangkan data curah hujan, serta dalam perhitungan data curah hujan. Perhitungan Kagan-Rodda untuk menghitung kerapatan jaringan pos hujan yaitu (Harto, 1994):

1. Menghitung jarak antar pos hujan yang berada di wilayah penelitian.
2. Menghitung korelasi data curah hujan tahunan di setiap pos hujan.
3. Mencari korelasi dari jarak antar pos hujan dengan korelasi data curah hujan tahunan.
4. Mencari hubungan antara jarak antar pos hujan dengan korelasi curah hujan tahunan dengan menggunakan grafik lengkung eksponensial sehingga didapatkan nilai $r_{(0)}$, $d_{(0)}$, dan nilai r dengan menggunakan persamaan:

$$r_{(d)} = r_{(0)}e^{\frac{-d}{d_{(0)}}} \dots (2)$$

Keterangan:

$r_{(d)}$ = Koefisien korelasi dengan jarak d (km)

$r_{(0)}$ = Koefisien korelasi curah hujan antar pos hujan diekstrapolasi

d = Jarak antar pos hujan (km)

$d_{(0)}$ = Radius korelasi (jarak antar pos hujan diekstrapolasi)

5. Menghitung nilai regresi (R^2) antara data jarak antar pos hujan dengan curah hujan pos hujan. Regresi yang digunakan pada penelitian ini menggunakan regresi sederhana dikarenakan hanya memiliki dua variabel.
6. Menghitung nilai koefisien variasi (CV) dengan menggunakan data luas daerah pengaruh dengan data curah hujan di hitung dengan rumus:

$$Cv = \frac{sd}{X} \dots (3)$$

Keterangan:

Cv = Koefisien variasi

sd = Standar deviasi

X = Rata-rata hitung

7. Menghitung nilai Z^1 dan Z^3 setelah menentukan tingkat ketelitian yang akan digunakan. Perhitungan Z^1 dan Z^3 menggunakan persamaan berikut (Harto, 1994).

$$Z_1 = Cv \sqrt{\frac{1-r_{(0)} + (0,23 \frac{\sqrt{A}}{d_{(0)} \sqrt{n}})}{n}} \dots (4)$$

$$Z_3 = Cv \sqrt{\frac{1}{3} [1 - r_{(0)}] + 0,52 \frac{r_{(0)}}{d_{(0)}} \sqrt{\frac{A}{n}}} \dots (5)$$

Keterangan:

Z_1 = Kesalahan perataan (%)

Cv = Koefisien variasi

$r_{(0)}$ = Koefisien korelasi curah hujan antar pos hujan diekstrapolasi

A = Luas wilayah (Km)

$d_{(0)}$ = Radius korelasi (jarak antar pos hujan diekstrapolasi)

n = Jumlah data

Z_3 = Kesalahan interpolasi

8. Setelah mendapatkan jumlah pos hujan yang telah ditetapkan, maka menentukan jarak penempatan pos hujan dengan mencari nilai jarak antar pos hujan dengan menggunakan persamaan:

$$L = 1,07 \sqrt{\frac{A}{n}} \quad (6)$$

9. Menggambar jaring-jaring segitiga kagan dengan menggunakan nilai jarak antar pos hujan menggunakan aplikasi ArcGIS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Evaluasi Jaringan Pos Hujan berdasarkan Standar WMO

Penelitian ini menganalisis kerapatan jaringan pos hujan menggunakan standar WMO pada pos hujan yang tersebar di Provinsi Bengkulu. Evaluasi kerapatan jaringan pos hujan memiliki tujuan untuk menentukan jumlah optimal dari pos hujan yang dibutuhkan dalam suatu daerah agar setiap jaringan pos hujan dapat merepresentasikan data curah hujan dan memastikan data yang lebih akurat pada wilayah tersebut (Imaaduddin et al., 2019). Provinsi Bengkulu, termasuk dalam daerah kategori daerah pegunungan tropis mediteran dan sedang dengan kondisi ideal per luasan daerah yaitu 100-250 km². Hasil analisis evaluasi sebagian jaringan pos hujan berdasarkan standar WMO pada Provinsi Bengkulu ditampilkan pada **Tabel 2**.

Pada evaluasi yang telah dilakukan pada 116 pos hujan yang tersebar di Provinsi Bengkulu, didapatkan bahwa terdapat 52 pos hujan yang memiliki kerapatan minimum dan 42 pos hujan memiliki kerapatan normal, serta 22 pos hujan memiliki kerapatan maksimum.

Tabel 2. Hasil Analisis Standard WMO

| No | Nama Pos Hujan | Luas (Km ²) | Presentase | Keterangan |
|-----|------------------|-------------------------|------------|---------------------|
| 1 | Meteo Bengkulu | 56.06 | 0.28 | < Kerapatan Minimum |
| 2 | Muara Bangkahulu | 15.04 | 0.07 | < Kerapatan Minimum |
| 3 | Padang harapan | 17.46 | 0.09 | < Kerapatan Minimum |
| - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - |
| 116 | Talang Dantuk | 22 | 1.11 | Normal |

Analisis Curah Hujan Rerata Daerah

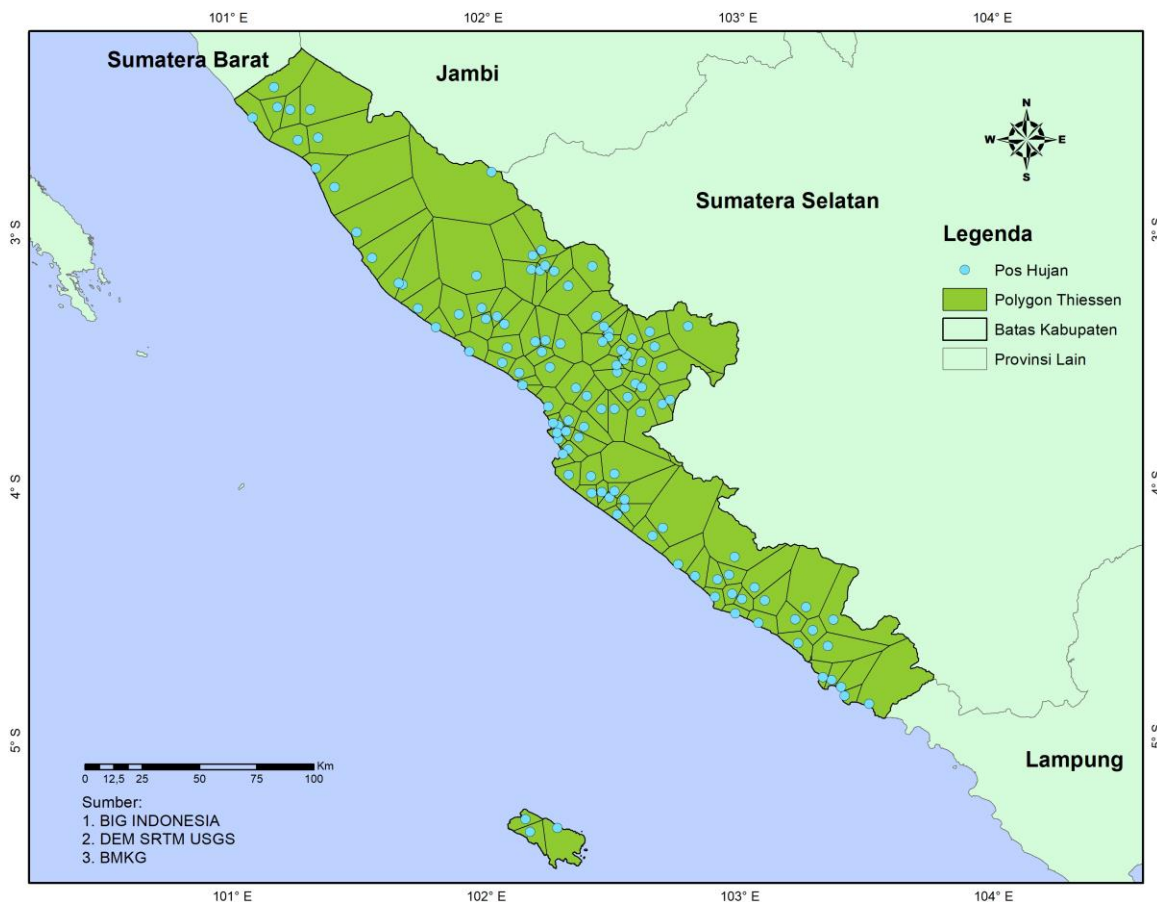
Analisis curah hujan pada Provinsi Bengkulu menggunakan data curah hujan tahunan selama 10 tahun dari tahun 2012 - 2021. Pada perhitungan digunakan pembobotan poligon Thiessen. Hasil analisis curah hujan rerata daerah pada sebagian pos hujan yang berada di wilayah Provinsi Bengkulu ditampilkan pada tabel 3. Berdasarkan data pada tabel 3 didapatkan pos hujan dalam kurun waktu 10 tahun dengan curah hujan tertinggi merupakan pos hujan Kemumu sebesar 6063,4 mm.

Tabel 3. Hasil Analisis Curah Hujan Rerata Daerah

| No | Nama Pos Hujan | Luas (Km ²) |
|-----|------------------|-------------------------|
| 1 | Meteo Bnegkulu | 3143.8 |
| 2 | Muara Bangkahulu | 2537 |
| 3 | Padang harapan | 3159.1 |
| - | - | - |
| - | - | - |
| - | - | - |
| 116 | Talang Dantuk | 2376.2 |

Analisis Jaringan Pos Hujan Menggunakan Metode Kagan-Rodda

Analisis jaringan pos hujan menggunakan metode Kagan-Rodda memiliki keterkaitan pada kesalahan interpolasi dan kesalahan perataan (Imaaduddin et al., 2019; Gustaman et al., 2020; Hakim et al., 2020; Hasrian & Rahmat, 2024; Hasrian et al., 2023; Kodar et al., 2020; Ma'dika & Rahmat, 2024; Ma'ruf & Rahmat, 2023; Ma'ruf & Rahmat, 2024; Ma'rufah et al., 2020; Muara et al., 2021; Muara et al., 2021; Najib & Rahmat, 2021; Nurhadiyanta et al., 2023; Nurmalasari et al., 2022). Kesalahan interpolasi mengacu pada ketidakpastian dalam mengestimasi nilai curah hujan di lokasi di antara pos hujan yang terdapat pada suatu wilayah. Kesalahan perataan mengacu pada ketidakakuratan pada saat menggabungkan data dari jaringan pos hujan. Analisis metode Kagan-Rodda terlebih dahulu membuat poligon Thiessen pada setiap pos hujan yang berada di suatu wilayah. Hasil poligon Thiessen pada wilayah penelitian dilihat pada **Gambar 4**.



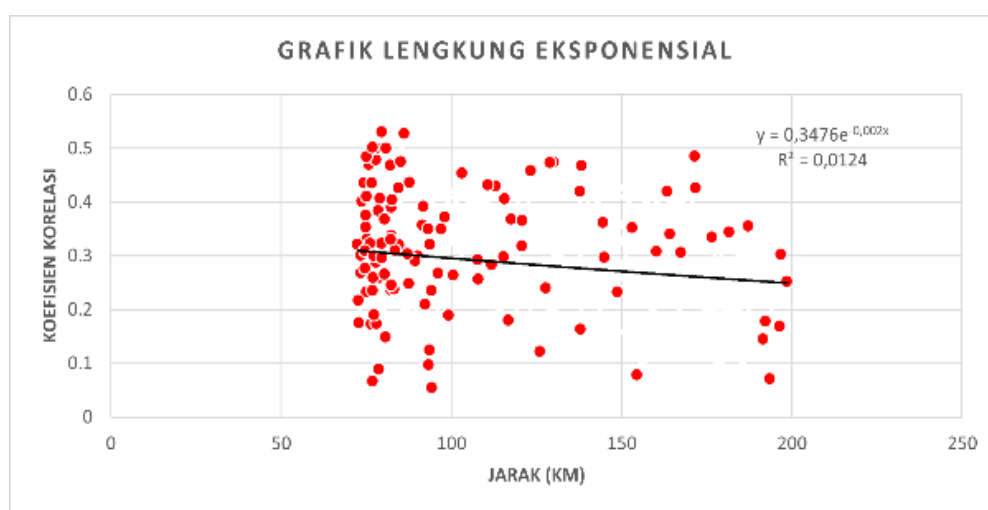
Gambar 4. Poligon Thiessen Pada Provinsi Bengkulu

Selanjutnya setelah mendapatkan hasil perhitungan jarak antar pos hujan dan hasil perhitungan korelasi curah hujan, dilakukan analisa korelasi antar jarak antar pos hujan dengan korelasi curah hujan yang

sebagian hasil perhitungan ditampilkan pada tabel 4. Hasil korelasi curah hujan dan jarak antar pos hujan akan digambarkan melalui grafik lengkung eksponensial yang dilihat pada **Gambar 5**.

Tabel 4. Hasil Korelasi Curah Hujan dan Jarak antar Pos Hujan

| No | Nama Pos Hujan | Korelasi Curah Hujan | Jarak Antar Pos Hujan |
|-----|------------------|----------------------|-----------------------|
| 1 | Meteo Bengkulu | 0.4897 | 76.31 |
| 2 | Muara Bangkahulu | 0.2272 | 75.06 |
| 3 | Padang harapan | 0.4612 | 75.81 |
| - | - | - | - |
| - | - | - | - |
| - | - | - | - |
| 116 | Talang Dantuk | 0.4255 | 84.47 |



Gambar 5. Grafik Lengkung Eksponensial

Tabel 5. Koefisien Variasi Curah Hujan Rerata Daerah

| No | Tahun | X | (Xi - Xrerata) ² |
|--------|-------|-------------------|-----------------------------|
| 1 | 2012 | 2.330.742 | 546.838.264 |
| 2 | 2013 | 3.170.172 | 9.988.972 |
| 3 | 2014 | 2.794.752 | 75.886.166 |
| 4 | 2015 | 2.296.748 | 598.268.767 |
| 5 | 2016 | 2.970.755 | 9.894.691 |
| 6 | 2017 | 3.621.660 | 304.078.284 |
| 7 | 2018 | 3.627.703 | 310.779.348 |
| 8 | 2019 | 2.546.603 | 274.181.732 |
| 9 | 2020 | 4.068.540 | 996.628.518 |
| 10 | 2021 | 3.274.594 | 41.765.935 |
| Jumlah | | 30.702.269 | 3.168.310.676 |
| Rerata | | 3.070.227 | |
| Sd | | 593.325 | |
| CV | | 0.193 | |

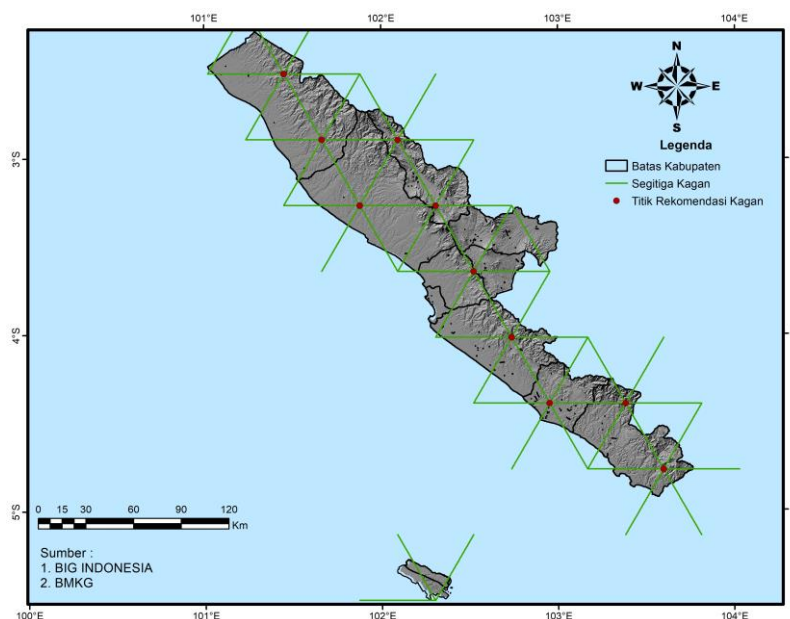
Berdasarkan grafik lengkung eksponensial pada gambar 5 didapatkan nilai $r_{(0)} = 0,3476$, nilai $d_{(0)} = 500$, dan nilai $R^2 = 0,0124$, serta nilai $r = 0,111$. Setelah mendapatkan nilai $r_{(0)}$, $d_{(0)}$, dan r , maka dilakukan perhitungan Cv (Koefisien Variasi) dengan menggunakan data luas daerah pengaruh dengan data curah hujan

di wilayah penelitian yang dapat dilihat pada tabel 5. Berdasarkan perhitungan, didapatkan nilai koefisien variasi (Cv) sebesar 0,193. Langkah berikutnya merupakan perhitungan nilai Z_1 dan Z_3 menggunakan persamaan (4) dan (5). Selanjutnya dilakukan perhitungan agar mendapatkan nilai panjang sisi segitiga kagan yang digunakan untuk pembuatan peta rekomendasi segitiga kagan dengan kesalahan interpolasi yang digunakan yaitu 1%, 2%, 3%, 4%, 5%. Perhitungan nilai Z_1 , Z_3 , dan panjang sisi segitiga kagan dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Perhitungan Z_1 , Z_3 dan Panjang Sisi Segitiga Kagan.

| N | Cv | $R_{(0)}$ | A(Km ²) | $d_{(0)}$ | Z_1 | Z_3 | L |
|-----|-------|-----------|---------------------|-----------|-------|-------|--------|
| 10 | 0.193 | 0.3476 | 20056.295 | 500 | 5 | 9.341 | 47.842 |
| 16 | 0.193 | 0.3476 | 20056.295 | 500 | 4 | 9.273 | 37.822 |
| 27 | 0.193 | 0.3476 | 20056.295 | 500 | 3 | 9.214 | 29.115 |
| 59 | 0.193 | 0.3476 | 20056.295 | 500 | 2 | 9.149 | 19.696 |
| 221 | 0.193 | 0.3476 | 20056.295 | 500 | 1 | 9.083 | 10.177 |

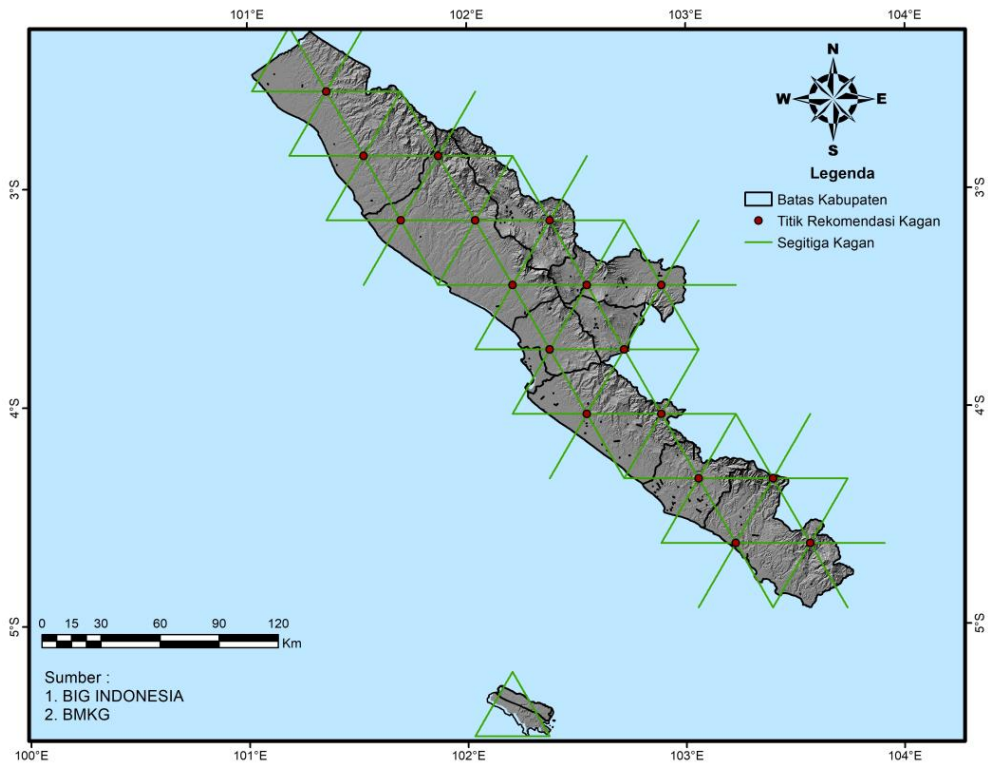
Berdasarkan **Tabel 6** diperoleh jumlah pos hujan yang diperlukan dari setiap kesalahan perataan. Setiap kesalahan perataan akan dibuat gambar segitiga kagan dengan menggunakan aplikasi ArcGIS. Pada kesalahan perataan 5% diperlukan sebanyak 10 pos hujan dengan gambar segitiga kagan dijelaskan pada **Gambar 6**.



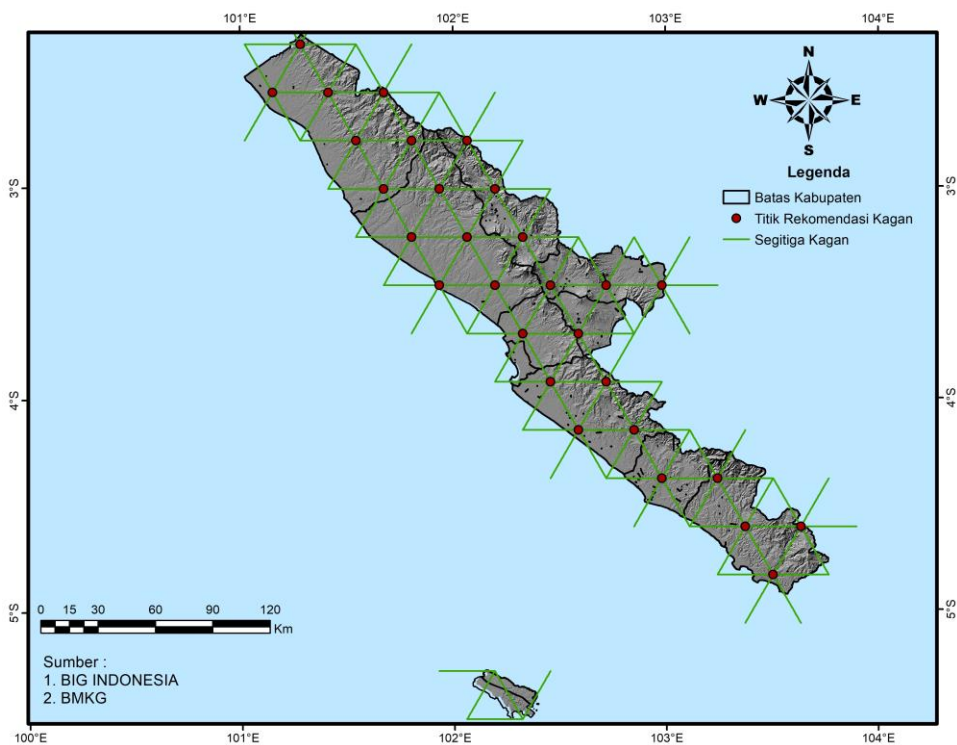
Gambar 6. Segitiga Kagan Kesalahan Perataan 5%

Pada kesalahan perataan 4%, menghasilkan rekomendasi sebanyak 16 pos hujan di wilayah Provinsi Bengkulu dengan gambar segitiga kagan dilihat pada gambar 7. Kesalahan perataan 3% menghasilkan rekomendasi sebanyak 27 pos hujan dengan gambar segitiga kagan dapat dilihat pada gambar 8. Pada kesalahan perataan 2% menghasilkan rekomendasi 59 pos hujan pada luasan wilayah yang dapat dilihat pada gambar 9. Kesalahan perataan 1% menghasilkan rekomendasi 221 pos hujan pada wilayah Provinsi Bengkulu yang dapat dilihat pada gambar 10. Semakin banyak pos hujan yang digunakan, maka dapat mengurangi kesalahan perataan dan kesalahan interpolasi yang semakin mengecil yang dapat meningkatkan akurasi data distribusi hujan yang lebih bervariasi (Abdaa et al., 2021; Aprilyanto et al., 2023; Ardinata et al., 2022; Ardinata et al., 2023; Baarik et al., 2023; Banjarnahor et al., 2020; Bastian et al., 2021; Febrina & Rahmat, 2024; Gustaman et al., 2020). Hal ini menunjukkan bahwa pentingnya untuk menggunakan sebanyak mungkin

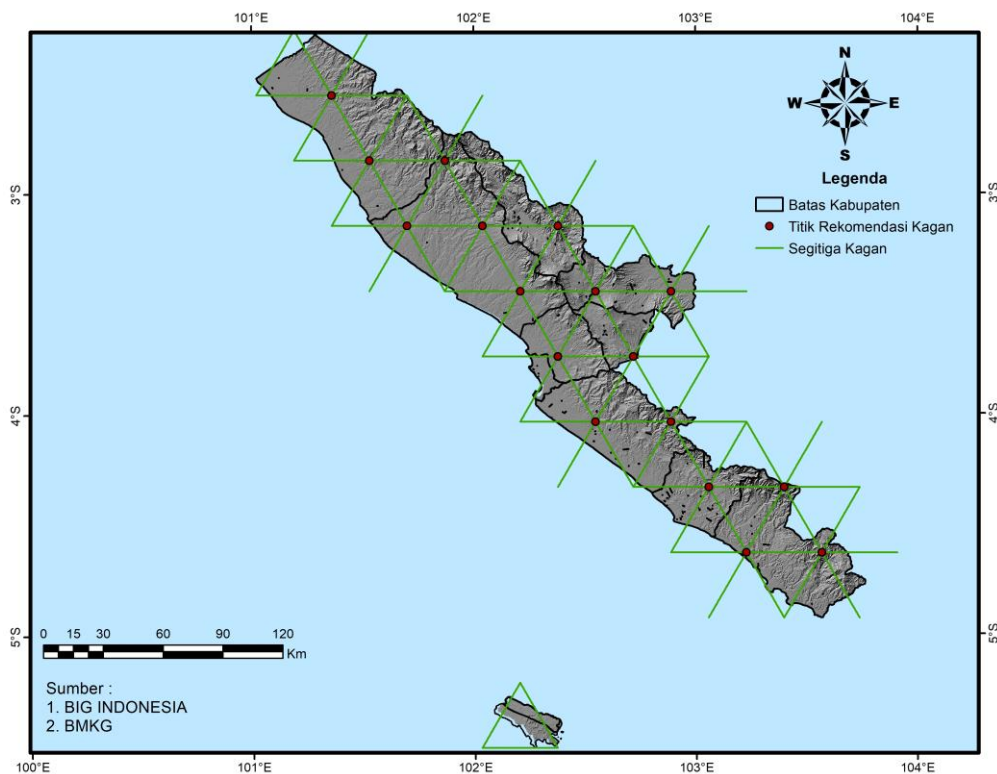
data yang tersedia agar mendapatkan pemodelan curah hujan yang lebih akurat serta representatif. Oleh karena itu, dipilih kesalahan perataan sebesar 1% yang merupakan kesalahan perataan paling kecil, maka dengan jumlah pos hujan yang ada sejumlah 116 pos hujan maka diperlukan adanya penambahan 105 pos hujan agar pos hujan menjadi 221 pos hujan.



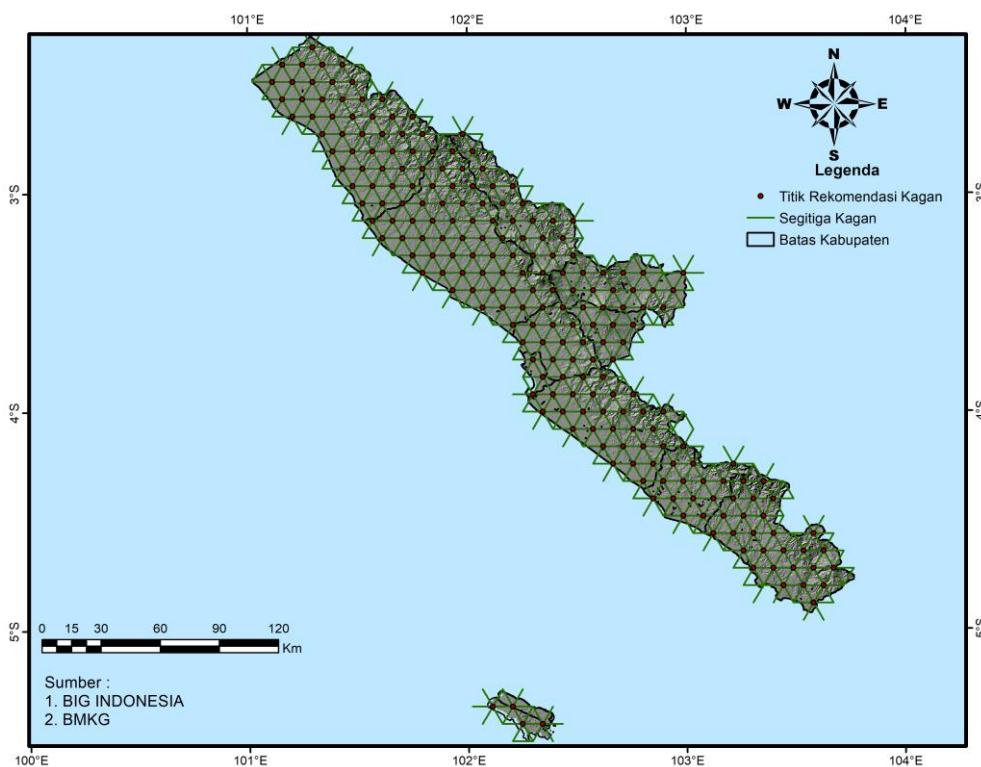
Gambar 7. Segitiga Kagan Kesalahan Perataan 4%



Gambar 8. Segitiga Kagan Kesalahan Perataan 3%



Gambar 9. Segitiga Kagan Kesalahan Perataan 2%



Gambar 10. Segitiga Kagan Kesalahan Perataan 1%

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan di atas dapat disimpulkan bahwa metode analisis evaluasi kerapatan jaringan pos hujan berdasarkan standar WMO dengan wilayah penelitian seluas 20056 km², mempunyai tipe daerah pegunungan tropis mediteran dan sedang yang memiliki kerapatan jaringan pos hujan

ideal sebesar 100 – 250 km². Menghasilkan 52 pos hujan yang memiliki kerapatan minimum dan 42 pos hujan memiliki kerapatan normal, serta 22 pos hujan memiliki kerapatan maksimum. Hal ini menunjukkan bahwa menurut standar WMO, sebagian besar pos hujan yang ada di Provinsi Bengkulu belum dapat dikatakan ideal dan persebaran pos hujan belum merata. Hasil analisis metode Kagan-Rodda pada jaringan pos hujan di wilayah penelitian ini menghasilkan jumlah dan rekomendasi pos hujan yaitu sebanyak 10 pos hujan rekomendasi dengan kesalahan perataan 5%, menghasilkan jumlah dan rekomendasi pos hujan sebanyak 16 pos hujan dengan kesalahan perataan 4%, menghasilkan jumlah dan rekomendasi pos hujan sebanyak 27 pos hujan dengan kesalahan perataan 3%, menghasilkan jumlah dan rekomendasi pos hujan sebanyak 59 pos hujan dengan kesalahan perataan 2%, dan menghasilkan 221 pos hujan dengan kesalahan perataan sebesar 1%. Dipilih kesalahan perataan sebesar 1% sehingga diperlukan pengadaan pos hujan baru sebanyak 105 pos hujan di wilayah penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdaa, D., Fauzi, M., & Sandhyavitri, A. (2021). Rasionalisasi Kerapatan Stasiun Hujan Wilayah Sungai Rokan Berdasarkan Data Hujan Harian dan Variasi Tingkat Kesalahan. *Jurnal Saintis*, 21(02), 61-70.
- Aprilyanto, A., Widana, I. D. K. K., Subiyanto, A., & Rahmat, H. K. (2023). Pemulihan Pascabencana Tsunami 2018 Guna Mendukung Program Pembangunan Daerah Kabupaten Pandeglang. *Jagratarata: Journal of Disaster Research*, 1(1), 25-32.
- Ardinata, R. P., Rahmat, H. K., Andres, F. S., & Waryono, W. (2022). Kepemimpinan transformasional sebagai solusi pengembangan konsep smart city menuju era society 5.0: sebuah kajian literatur [Transformational leadership as a solution for the development of the smart city concept in the society era: a literature review]. *Al-Ihtiram: Multidisciplinary Journal of Counseling and Social Research*, 1(1).
- Ardinata, R. P., Susanti, R., & Rahmat, H. K. (2023). Media Sosial dan Pengaruhnya Terhadap Minat Berkunjung Wisatawan di Kawasan Wisata Chinangkiak Dreampark Solok Sumatera Barat. *Altasia Jurnal Pariwisata Indonesia*, 5(1), 1-9.
- Banjarnahor, J., Rahmat, H. K., & Sakti, S. K. (2020). Implementasi sinergitas lembaga pemerintah untuk mendukung budaya sadar bencana di Kota Balikpapan. *NUSANTARA: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, 7(2), 448-461.
- Bastian, O. A., Rahmat, H. K., Basri, A. S. H., Rajab, D. D. A., & Nurjannah, N. (2021). Urgensi Literasi Digital dalam Menangkal Radikalisme pada Generasi Millennial di Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Dinamika Sosial Budaya*, 23(1), 126-133.
- Baarik, M. H. A., Sianipar, I., Kusumadjati, A., Alfarasyi, A. R., Rahmat, H. K., & Rahmi, T. N. (2023). Pelatihan Pemanfaatan Teknologi Software Microsoft Nearpod sebagai Media Pembelajaran di Sekolah Dasar. *Indonesian Journal of Emerging Trends in Community Empowerment*, 1(1), 15-20.
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. (2009). Prosedur dan Instruksi Kerja Survei Penempatan dan Pembangunan Pos Hidrologi (Dokumen No. QA/HDR/01/2009). Departemen Pekerjaan Umum. <http://water.lecture.ub.ac.id/files/2012/05/1-Instruksi-Kerja-Survei-Penempatan-dan-Pembangunan-Pos.pdf>.
- Doloksaribu, D. E. D., Tarigan, K., Putra, R. M., & Darmawan, Y. (2023). Identification of Rainfall events on Climate Phenomena in Medan based on Machine Learning. *Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika dan IPA IKIP Mataram*, 11(2), 385-392.
- Dwirani, F. (2019). Menentukan stasiun hujan dan curah hujan dengan metode poligon thiessen daerah kabupaten lebak. *Jurnal Lingkungan Dan Sumberdaya Alam (JURNALIS)*, 2(2), 139-146.
- Erni, E., & Nugroho, A. (2022). Pemetaan Hasil Panen Padi di Jawa Tengah menggunakan Metode Poligon Thiessen. *Journal of Information System Research (JOSH)*, 3(4), 460-465.
- Febrina, I., & Rahmat, H. K. (2024). Motivasi kerja sumber daya manusia dalam organisasi: Sebuah tinjauan pustaka. *Journal of Current Research in Humanities, Social Sciences, and Business*, 1(1), 29-34.
- Gustaman, F. A. I., Rahmat, H. K., Banjarnahor, J., & Maarif, S. (2020). Peran Kantor Pencarian dan

- Pertolongan Lampung dalam Masa Tanggap Darurat Tsunami Selat Sunda Tahun 2018. *NUSANTARA: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, 7(2), 462-469.
- Hakim, F. A., Banjarnahor, J., Purwanto, R. S., Rahmat, H. K., & Widana, I. D. K. K. (2020). Pengelolaan obyek pariwisata menghadapi potensi bencana di Balikpapan sebagai penyangga ibukota negara baru. *NUSANTARA: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, 7(3), 607-612.
- Haromain, S. A., Wahyuni, S., & Limantara, L. M. (2022). Rationalization of Rainfall Station Network in Welang Watershed Using Kagan-Rodda Method. *UKaRiT*, 6(2), 143-157.
- Hasrian, H. H. H., & Rahmat, H. K. (2024). Gambaran Tingkat Perilaku Altruistik pada Siswa Kelas XI: Studi pada Sebuah Madrasah Aliyah Negeri. *Contiguity: Jurnal Psikologi*, 20(2), 1-9.
- Hasrian, H., Rifaldi, M., Fiorella, A., Febianto, Y., Chetwynd, A. P., & Rahmat, H. K. (2023). Edukasi Urgensi Ilmu Pembukuan dalam Bisnis bagi Calon Wirausahawan Muda di MAN Lumajang. *Jurnal Relawan dan Pengabdian Masyarakat REDI*, 1(2), 67-72.
- Imaaduddin, H. M., Azis, S. K., Wahyudi, H., & Sumirman, E. (2022). Penggunaan Metode Kagan-Rodda Untuk Mengevaluasi Kerapatan Jaringan Stasiun Hujan di DAS Ngrowo Pada Aliran Kali Brantas. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 20(2), 235-242.
- Kodar, M. S., Rahmat, H. K., & Widana, I. D. K. K. (2020). Sinergitas Komando Resor Militer 043/Garuda Hitam dengan Pemerintah Provinsi Lampung dalam Penanggulangan Bencana Alam. *NUSANTARA: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, 7(2), 437-447.
- Ma'dika, Z. P., & Rahmat, H. K. (2024). Peran Manajemen Karir dalam Proses Peningkatan Kinerja Karyawan dalam Suatu Perusahaan. *Journal of Current Research in Management, Policy, and Social Studies*, 1(1), 1-8.
- Ma'ruf, A. M. M., & Rahmat, H. K. (2023). Pancasila dalam Konteks Kenegaraan Republik Indonesia: Sebuah Kerangka Konseptual. *Trends in Applied Sciences, Social Science, and Education*, 1(2), 59-68.
- Ma'ruf, A. M. M., & Rahmat, H. K. (2024). Nilai-Nilai Pancasila di Era Globalisasi: Masih Relevankah?. *Civil and Military Cooperation Journal*, 1(2), 73-76.
- Marufah, N., Rahmat, H. K., & Widana, I. D. K. K. (2020). Degradasi Moral sebagai Dampak Kejahatan Siber pada Generasi Millennial di Indonesia. *NUSANTARA: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, 7(1), 191-201.
- Muara, T., Prasetyo, T. B., & Rahmat, H. K. (2021). Psikologi Masyarakat Indonesia di Tengah Pandemi: Sebuah Studi Analisis Kondisi Psikologis Menghadapi COVID-19 Perspektif Comfort Zone Theory. *Ristekdik: Jurnal Bimbingan dan Konseling*, 6(1), 69-77.
- Muara, T., Rahmat, H. K., & Prasetyo, T. B. (2021). Efektivitas Diplomasi dan Komunikasi Strategis dalam Kampanye Melawan Terorisme di Indonesia. *Jurnal Dinamika Sosial Budaya*, 23(1), 161-170.
- Najib, A., & Rahmat, H. K. (2021). Analisis Pelaksanaan Program Desa Tangguh Bencana di Desa Buluh Cina, Siak Hulu, Kampar, Riau. *Jurnal Ilmiah Muqoddimah: Jurnal Ilmu Sosial, Politik, dan Humaniora*, 5(1), 14-23.
- Nandiasa, J. E., Masnia, M., & Amatullah, F. (2020). Analysis of Placement Pattern and Number of Rain Stations Based on The Equation of Kagan Rodda in Ciliwung Watershed. *ADRI International Journal of Engineering and Natural Science*, 5(02), 27-33.
- Nurhadiyanta, N., Fendiyanto, M. H., Rahmat, H. K., Advisa, D. A., & Meireni, M. (2023). Penyuluhan Penurunan Kasus Stunting untuk Meningkatkan Kualitas Generasi Muda di Desa Hambalang. *Jurnal Relawan dan Pengabdian Masyarakat REDI*, 1(2), 43-48.
- Nurmalasari, E., Rahmat, H. K., & Farozin, M. (2022, April). Motivasi santri tuli dalam mengikuti kegiatan madrasah diniyyah daring di Madrasah Salafiyah III Pondok Pensantren Al-Munawwir Krapyak Yogyakarta. In *The Indonesian Conference on Disability Studies and Inclusive Education* (Vol. 2, pp. 103-117).
- Paski, J. A. I., Sepriando, A., Faski, G. I. S. L., & Handoyo, M. F. (2017, October). Pemetaan Agroklimat Klasifikasi Oldeman di Provinsi Bengkulu Menggunakan Data Observasi Permukaan dan Multi Satelit (TMPA dan IMERG). In *Seminar Nasional Penginderaan Jauh* (pp. 485-492).

- R. K. Linsley and J. B. Franzini, Teknik Sumber Daya Air Jilid II. Jakarta: Erlangga, 1986.
- Renaldhy, R., Yasa, I. W., & Setiawan, E. (2021). Evaluasi Rasionalisasi Stasiun Hujan Metode Kagan Rodda dengan Mempertimbangkan Kriteria Penentuan Lokasi Pembangunan Stasiun Hujan. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 12(1), 49-60.
- S. Harto, Hidrologi Terapan, 2nd ed. Yogyakarta: Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada, 1994.
- Wahyudi, R. O. Z. I. (2021). Pemetaan Dan Perencanaan Mitigasi Bencana Di Provinsi Bengkulu. Wahyudi, R. O. Z. I. (2021). Pemetaan Dan Perencanaan Mitigasi Bencana Di Provinsi Bengkulu.
- William, K. H., & Hutomo, K. D. (2021). The Natural Disaster Prone Index Map Model in Indonesia Using the Thiessen Poligon Method. *INTENSIF: Jurnal Ilmiah Penelitian dan Penerapan Teknologi Sistem Informasi*, 5(2), 148-160.