

MAPPING RAINFALL [ISOHYET] IN AREAS WITH A SHORTAGE OF RAIN STATIONS USING MANUAL STATION TECHNIQUE AND PRECTOTCORR MERRA-2 DATA ANALYSIS

Gerry Novand Kaunang^{*1}, Gunawan Prayitno²

^{1,2}Informatics Program Study, STMIK PESAT NABIRE, Indonesia
Email: ¹gerrykampusemail@gmail.com, ²gunawanprayitno@stimikpesatnabire.ac.id

(Article received: March 02, 2023; Revision: June 15, 2023; published: August 18, 2023)

Abstract

Rainfall observation data from each rain station in an area is so important to measure the intensity of rainfall in that region. The number of rain stations that are not ideal will affect the process of acquiring rainfall data which is the primary data required for regional rainfall mapping. This study uses the manual station technique and analysis of satellite precipitation data as an alternative aid for mapping annual rainfall with the Isohyet method for areas constrained by a shortage of rain stations like the Nabire Regency area. The purpose of the research was to study the intensity of rainfall in the Nabire Regency area based on data PRECTOTCORR, bias-corrected precipitation by MERRA-2 for the last ten years of precipitation data from 2014-2023 taken from the POWER-NASA climate map and managed through ArcGIS software. The area of Nabire Regency with 12.075,00 km² includes the category of place with high rainfall intensity where the average rainfall ranges from 2000 mm – 5000 mm per year. The results of rainfall mapping with IDW (Inverse Distance Weighting) interpolation and Kriging interpolation show that there are several areas with the highest rainfall, Napan, Siriwo, Kimi, Menou, and Dipa, while the lowest rainfall areas are in the coastal areas, Teluk Umar and the northern region of Wapoga.

Keywords: annual rainfall, IDW, Isohyet method, Kriging, manual station, PRECTOTCORR

PEMETAAN CURAH HUJAN [ISOHYET] PADA WILAYAH KURANG STASIUN HUJAN MENGGUNAKAN TEKNIK STASIUN MANUAL DAN ANALISA DATA PRECTOTCORR MERRA-2

Abstrak

Data pengamatan curah hujan dari setiap stasiun hujan pada satu wilayah sangat penting untuk mengukur intensitas curah hujan di wilayah itu. Jumlah stasiun hujan yang tidak ideal akan berpengaruh pada proses akuisisi data curah hujan yang merupakan kebutuhan data primer untuk pemetaan curah hujan wilayah. Penelitian disini menggunakan teknik stasiun manual dan analisis data presipitasi satelit sebagai alternatif bantuan untuk pemetaan curah hujan tahunan dengan metode Isohyet bagi wilayah terkendala kekurangan stasiun hujan seperti daerah Kabupaten Nabire. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari intensitas curah hujan yang ada di wilayah Kabupaten Nabire berdasarkan data PRECTOTCORR yaitu presipitasi terkoreksi bias oleh MERRA-2 untuk data presipitasi sepuluh tahun terakhir dari tahun 2014-2023 yang diambil dari peta iklim POWER-NASA dan dikelola melalui perangkat lunak ArcGIS. Wilayah Kabupaten Nabire dengan luas 12.075,00 km² masuk dalam kategori wilayah dengan intensitas curah hujan yang tinggi dimana rata-rata curah hujan mencapai rentang 2000 mm – 5000 mm per tahunnya. Hasil pemetaan curah hujan dengan interpolasi IDW (*Inverse Distance Weighting*) dan interpolasi Kriging menunjukkan bahwa terdapat beberapa wilayah dengan curah hujan tertinggi yaitu Napan, Siriwo, Kimi, Menou, dan Dipa, sedangkan untuk wilayah curah hujan terendah berada di daerah wilayah pesisir pantai yaitu Teluk Umar dan wilayah utara Wapoga.

Kata kunci: curah hujan tahunan, IDW, Kriging, metode Isohyet, PRECTOTCORR, stasiun manual

1. PENDAHULUAN

Data curah hujan dari titik-titik stasiun hujan terdekat yang ada dalam suatu wilayah penelitian

menjadi kunci utama untuk pembuatan peta curah hujan. Semakin optimal jumlah titik stasiun hujan dengan data yang terkumpul akan semakin baik dalam hasil pemetaannya. Sedangkan jika titik-titik

stasiun hujan sangat sedikit jumlahnya terlebih jika kerapatan jaringan stasiun terlalu berjauhan dari standar normal seperti luas wilayah kabupaten, maka nantinya sekian persen besar data peta yang dihasilkan hanya merupakan estimasi perhitungan dari titik acuan yang kurang ideal hingga hasil estimasi kurang spesifik atau mewakili data sebaran curah hujan pada cakupan luas wilayah yang ada. Hal ini bisa mengurangi akurasi prediksi curah hujan karena intensitas, sebaran, dan kedalaman curah hujan berbeda-beda dan tidak merata di setiap wilayah, maka penempatan dan pola sebaran stasiun pencatat hujan harus tepat agar dapat memberikan data yang mewakili lokasi stasiun tersebut [1]. Intensitas dan durasi hujan menentukan perbedaan jumlah jatuhnya air hujan di tiap wilayah [2].

Sebaran stasiun pengamatan curah hujan yang belum merata masih menjadi kendala di Indonesia [3] [4], seperti pada Kabupaten Nabire yang memiliki luas sebesar 12.075,00 km² (4.662,18 sq mi) dan diketahui hanya memiliki 1 stasiun hujan BMKG yang terletak di ibu kota Nabire (luas 127,00 km²). Sedangkan untuk standar *World Meteorological Organization* (WMO) menetapkan kerapatan jaringan stasiun hujan dengan kerapatan minimum suatu wilayah adalah 100-250 km²/stasiun [5]. Kebijakan pengadaan pos hujan yang bertugas untuk memantau curah hujan pun masih tergolong baru. Ditemukan pula masih ada kekosongan data yang terjadi pada data curah hujan yang ada pada tahun-tahun tertentu. Jarak antara stasiun-stasiun hujan yang paling terdekat berada sangat jauh di wilayah kabupaten tetangga yang berjarak berkali-kali lipat lebih dari standar jarak normal jaringan stasiun hujan menurut WMO. Oleh karena itu bisa diasumsikan bahwa jumlah stasiun yang ada belum ideal untuk melakukan pengamatan curah hujan wilayah secara menyeluruh.

Presipitasi adalah bagian dari siklus hidrologi di mana air jatuh dari atmosfer ke permukaan bumi yang jika dalam bentuk cair disebut hujan, namun jika berbentuk padat disebut salju. Di Indonesia sendiri yang beriklim tropis presipitasi tersebut biasanya jatuh dalam bentuk cair sehingga dikatakan sebagai hujan [6]. Oleh karena itu, dapat dipersepsikan bahwa presipitasi itu sendiri adalah merupakan sebuah fenomena proses jatuhnya air hujan. Hujan sering dianggap presipitasi (Triatmodjo, 2008). Presipitasi ini diukur dalam satuan milimeter (mm). Untuk tujuan penelitian, dapat mengambil alternatif sumber data presipitasi global di salah satu situs penyedia informasi peta iklim yaitu POWER-NASA (*Prediction of Worldwide Energy Resource - National Aeronautics and Space Administration*) atau prediksi sumber daya energi seluruh dunia - Badan Penerbangan dan Antariksa (Amerika Serikat), untuk rekap curah hujan tahunan misalnya pada rentang sepuluh tahun terakhir dari hasil reanalisis (*retrospective analysis*) data oleh MERRA-2 NASA.

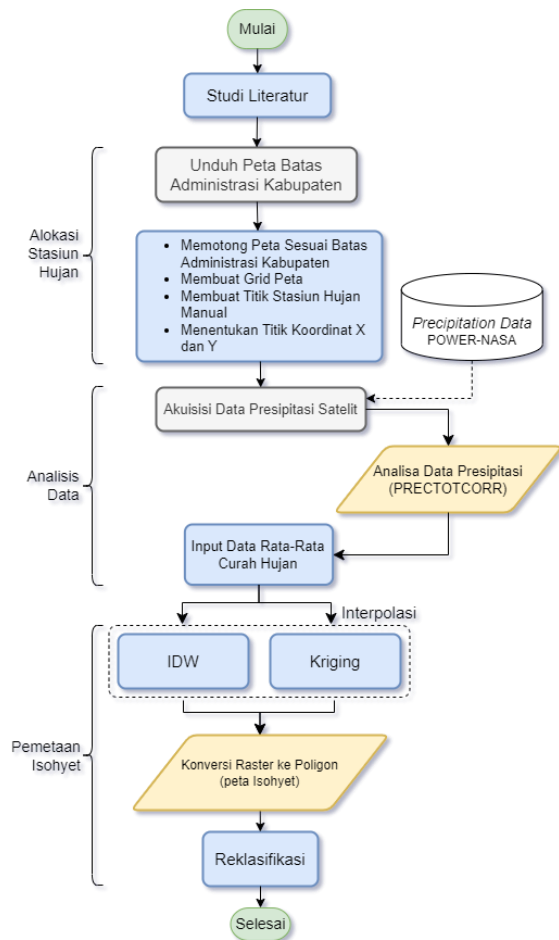
Modern-Era Retrospective analysis for Research and Application (Analisis Retrospektif Era Modern untuk Penelitian dan Aplikasi) ke-2 (MERRA-2) NASA mewakili teknologi termutakhir dikelasnya untuk sistem analisis ulang atmosfer, yaitu model *NASA's Goddard Earth Observing System* (GEOS). Produk analisis ini menggabungkan banyak kemajuan dalam analisis presipitasi, secara khusus, penggunaan koreksi bias dalam total presipitasi (TP) *PRECTOTCORR* (*bias-corrected total precipitation*) MERRA-2 [7]. MERRA-2 merupakan analisis ulang global jangka panjang pertama yang mengasimilasi pengamatan aerosol berbasis ruang dan mewakili interaksinya dengan proses fisik lainnya dalam sistem iklim. Pada area kompleks, data bias bisa menjadi kelemahan pengamatan satelit. Namun diyakini sistem reanalisis MERRA-2 dengan keunggulan *PRECTOTCORR* mampu memberikan hasil terbaik untuk total presipitasi dengan koreksi data bias, bahkan berpotensi untuk mengisi data kosong pada data pengamatan BMKG di masa lalu [8].

Peta curah hujan termasuk dalam jenis peta tematik yang memberikan informasi permukaan bumi bertema cuaca dan iklim [9]. Pembuatan peta curah hujan selain untuk mempelajari intensitas curah hujan dan prediksi hujan di kawasan tertentu, juga sangat bermanfaat untuk kajian penelitian geografis lainnya. Misalnya pada bidang pertanian untuk produktivitas pangan [10]; tata ruang kawasan hutan [3]; penelitian mitigasi bencana hidrometeorologi [11]: seperti prediksi rawan banjir [12], termasuk banjir lahar dingin [13], zonasi rawan tanah longsor [14], potensi kebakaran hutan dan lahan [15], dan sebagainya. Pada kenyataannya, dapat ditelusuri bahwa penelitian penting seperti mitigasi rawan bencana alam di daerah ini masih tergolong sedikit dikarenakan kurangnya bahan-bahan parameter penelitian yaitu seperti peta curah hujan. Salah satu metode yang sering digunakan untuk pemetaan curah hujan adalah menggunakan metode Isohyet dengan teknik interpolasi.

Berangkat dari penjabaran yang telah dipaparkan di atas melatarbelakangi tujuan diadakannya penelitian untuk pemetaan intensitas curah hujan ini, khususnya yang terjadi dalam rentang sepuluh tahun terakhir di Kabupaten Nabire.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik stasiun manual dan analisa informasi data presipitasi satelit (*PRECTOTCORR*) MERRA-2 NASA dengan metode Isohyet. Penelitian dilakukan terhadap wilayah batas administrasi Kabupaten Nabire dan dikhususkan pada data curah hujan untuk sepuluh tahun terakhir dimulai dari rentang waktu tanggal 1 Februari 2014 sampai dengan 31 Januari 2023. Kerangka penelitian disusun dalam bentuk *flowchart* yang dapat dilihat pada gambar berikut ini (gambar 1).



Gambar 1. Kerangka Penelitian

- Berikut keterangan sesuai gambar *flowchart*:
- Mulai (*Start*).
 - Studi literatur meliputi pencarian masalah yang akan diteliti, mencari informasi, dan meneliti beberapa teori dasar yang berkaitan dengan masalah yang diteliti, dalam hal ini tentang pemetaan curah hujan tahunan pada suatu daerah.
 - Unduh peta wilayah yakni peta yang akan digunakan untuk penelitian yaitu *shapefile* (.shp) untuk peta batas administrasi kabupaten/kota di wilayah Indonesia.
 - Memotong peta sesuai batas administrasi dalam hal ini adalah sesuai batas wilayah Kabupaten Nabire. Membuat *grid* peta pada peta sesuai batas wilayah kemudian ditentukan titik pusat yang merupakan titik stasiun hujan manual, selanjutnya diadakan kalkulasi untuk mendapatkan titik koordinat X untuk *longitude* dan Y untuk *latitude* untuk lokasi tiap stasiun.
 - Akuisisi data disini yaitu mengambil data presipitasi satelit dari situs POWER-NASA pada titik lokasi stasiun dengan memasukkan koordinat yang telah didapatkan.
 - Analisis data presipitasi, dalam hal ini menganalisis data hasil rekap curah hujan per sepuluh tahun PRECTOTCORR yang terdiri dari data curah hujan untuk hitungan hari/DoY

(*Day of Year*) dari rentang rekaman tanggal 1 Februari 2014 – 31 Januari 2023.

- Input data yakni memasukkan rerata hasil analisa data presipitasi dari setiap stasiun melalui aplikasi ArcGIS.
- Melakukan kalkulasi teknik interpolasi IDW (*Inverse Distance Weighting*) dari data yang di-input di ArcGIS.
- Melakukan kalkulasi teknik interpolasi Kriging.
- Mengkonversi hasil data yang berupa *raster* ke dalam bentuk poligon untuk desain peta curah hujan (peta Isohyet).
- Reklasifikasi rerata curah hujan ke dalam enam interval yaitu berdasarkan rerata per 500 mm agar lebih teratur dan jelas untuk klasifikasi parameter.
- Selesai (*End*).

2.1. Teknik Stasiun Manual

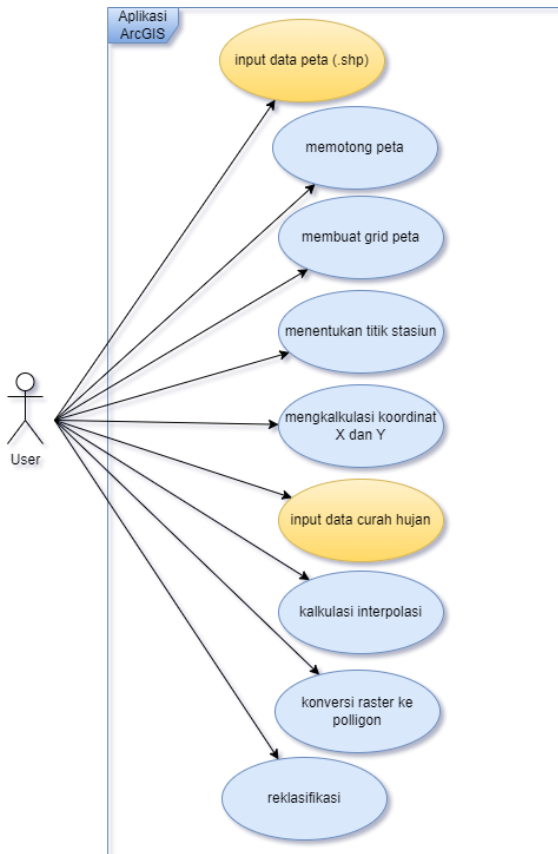
Teknik stasiun manual merupakan suatu metode untuk menciptakan titik stasiun secara manual sebagai alternatif pengganti kendala keterbatasan stasiun pengamatan curah hujan di suatu wilayah. Dengan fasilitas data presipitasi satelit sesuai koordinat stasiun, maka stasiun manual pun berfungsi layaknya sebuah stasiun hujan imajiner lengkap dengan data curah hujan dengan *time-series*.

Di tahap ini peneliti melakukan *pinpoint* pada peta iklim untuk menentukan titik lokasi stasiun hujan yang diperlukan dengan terlebih dahulu membuat titik-titik stasiun hujan pada peta wilayah terkait dan melakukan kalkulasi untuk mendapatkan titik koordinat X dan Y. Setelah itu dilanjutkan dengan mengakuisisi data presipitasi satelit dari peta iklim (seperti POWER-NASA) sesuai koordinat untuk proses pemetaan melalui aplikasi ArcGIS.

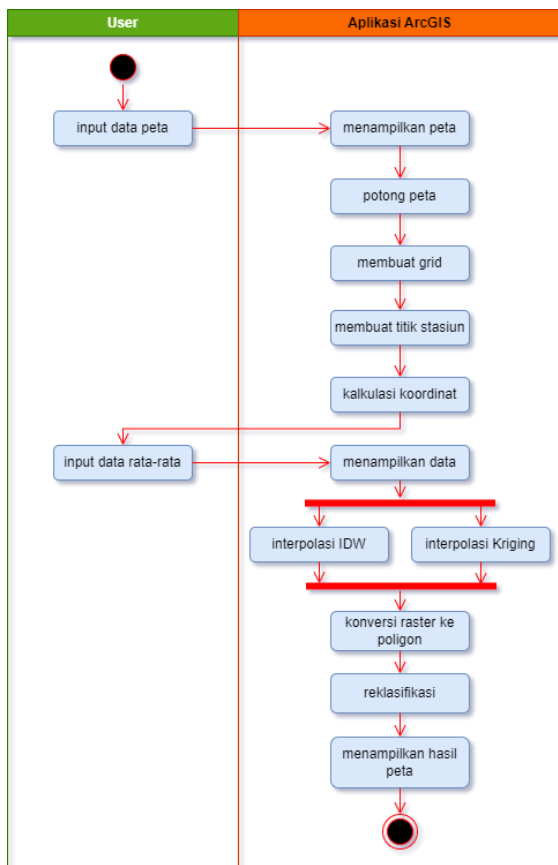
Perancangan Peta

Proses pemetaan curah hujan disini menggunakan fitur suatu perangkat lunak komputer yaitu ArcGIS yang merupakan kumpulan perangkat lunak sistem informasi geografis (GIS) produksi Esri. Selain pemetaan, ArcGIS efektif membantu para praktisi GIS dalam menganalisis, memodelkan, dan mengelola data spasial [16]. Untuk proses kegiatan perancangan peta melalui ArcGIS akan digambarkan dalam bentuk UML (*Unified Modelling Language*) yaitu dalam *Use Case Diagram* (gambar 2), *Activity Diagram* (gambar 3), dan *Sequence Diagram* (gambar 4).

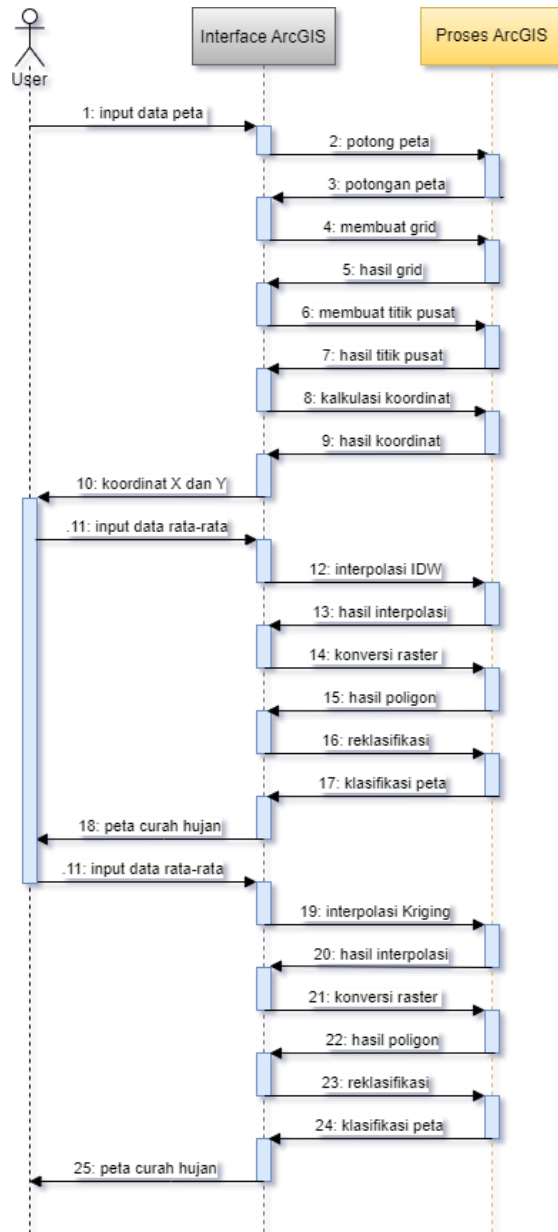
Diagram *use case* menggambarkan interaksi antara satu atau lebih aktor dan sistem yang sedang dibuat. Diagram aktivitas (*activity*) menggambarkan alur kerja atau operasi dari suatu sistem, sedangkan diagram urutan (*sequence*) adalah diagram yang menjelaskan interaksi objek-objek dan menunjukkan tanda atau petunjuk komunikasi antara objek-objek tersebut.



Gambar 2. Use Case Diagram



Gambar 3. Activity Diagram



Gambar 4. Sequence Diagram

2.2. Metode Isohyet

Salah satu metode pemetaan dalam kajian penelitian hidrologi untuk rekap curah hujan tahunan yaitu menggunakan metode Isohyet. Isohyet adalah garis yang menghubungkan titik-titik dengan kedalaman hujan yang sama. Dalam metode Isohyet diasumsikan bahwa jumlah curah hujan di daerah antara dua garis Isohyet terdistribusi secara merata dan sama dengan rata-rata dari kedua garis Isohyet [17].

Didalam penggambaran peta curah hujan (peta Isohyet) menggunakan teknik-teknik interpolasi. Teknik ini merupakan metode matematis untuk mengestimasi data pada lokasi dengan data kosong berdasarkan data sampel. Pada penelitian ini menggunakan dua teknik interpolasi yaitu interpolasi IDW dan interpolasi Kriging.

Interpolasi IDW

Metode IDW (*Inverse Distance Weighting*) adalah metode interpolasi tradisional yang memperhitungkan jarak sebagai bobot. Jarak yang dimaksud disini adalah jarak (datar) dari titik data (sampel) ke blok yang akan diestimasi. Oleh karena itu, semakin dekat titik sampel dengan blok yang akan diestimasi, semakin besar bobotnya, begitu pula sebaliknya (Hadi, 2013). Rumus persamaan IDW (1) [18]:

$$Z_g = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}; \quad W_i = \frac{1}{d_i^k} \quad \dots (1)$$

- Z_g = perkiraan nilai pada titik g
- Z_i = nilai yang diketahui
- d_i = jarak titik i dan titik g
- k = parameter pemulusan dari perkiraan permukaan
- W_i = bobot
- n = jumlah titik terukur interpolasi

Interpolasi Kriging

Metode Kriging yang mengusung *Weighted Moving Average* dalam geostatistik digunakan untuk mengestimasi nilai karakteristik \hat{Z} pada titik-titik non sampling dengan mempertimbangkan korelasi spasial dalam data sesuai dengan informasi fitur dari

titik-titik sampling Z di sekitarnya (Puspita, 2013). Rumus persamaan Kriging (2):

$$\hat{Z}(s) - m(s) = \sum_{i=1}^n \lambda_i [Z(s_i) - m(s_i)] \quad \dots (2)$$

- s, s_1 = lokasi untuk estimasi dan salah satu lokasi data berdekatan dinyatakan i
- $m(s)$ = nilai ekspektasi dari $Z(s)$
- $m(s_i)$ = nilai ekspektasi dari $Z(s_i)$
- λ_i = faktor bobot
- n = banyaknya data sampel estimasi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam proses pembuatan peta curah hujan tahunan pada suatu wilayah yang kurang akan stasiun hujan tentu akan sangat kesulitan mencari acuan untuk proses akuisisi data dan tahap pemetaan. Namun dengan memanfaatkan teknologi terkini yaitu aplikasi sistem informasi geografis serta data pengamatan iklim seperti yang disediakan oleh badan NASA, bisa dijadikan alternatif data primer maupun sekunder sebagai bahan penelitian.

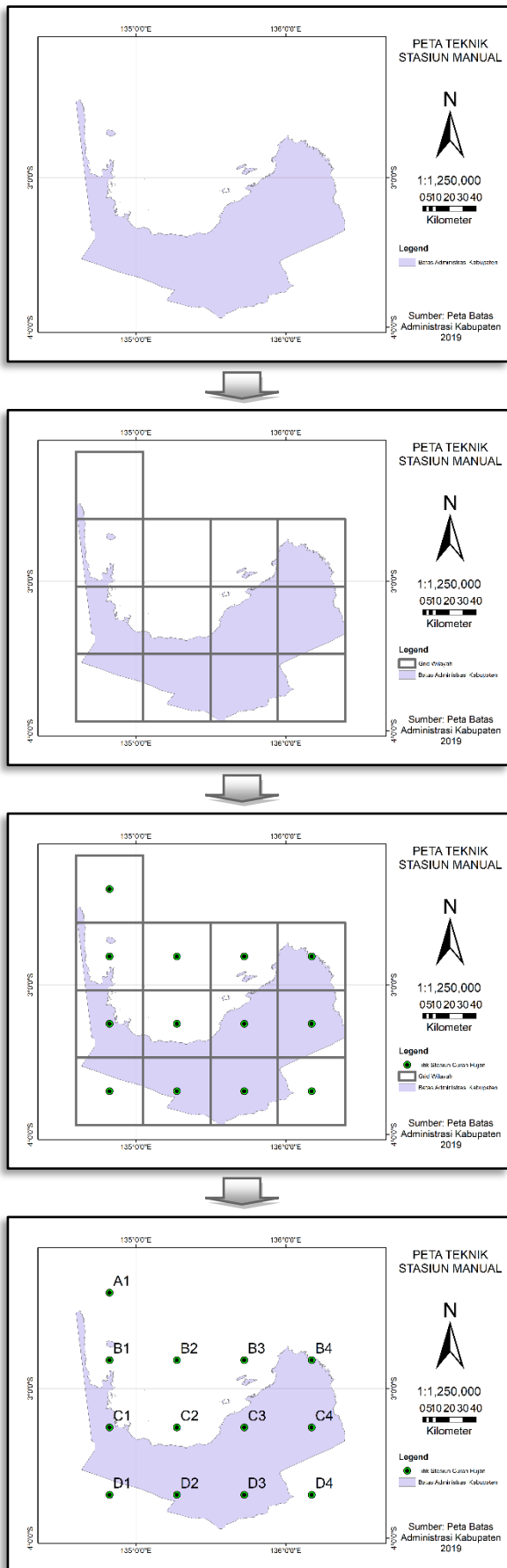
Data curah hujan disini mengambil produk PRECOTCORR MERRA-2 oleh Kantor Pemodelan dan Asimilasi Global (GMAO) Goddard-NASA [19] yang dapat diakses melalui situs POWER-NASA (gambar 5).



Gambar 5. PRECOTCORR MERRA-2 by Global Modeling and Assimilation Office (GMAO) of NASA Goddard Space Flight Centre

Inti utama dari teknik stasiun manual ini adalah tersedianya fasilitas data curah hujan satelit NASA

melalui reanalisis MERRA-2 untuk presipitasi (*with time-series*) yaitu PRECOTCORR.

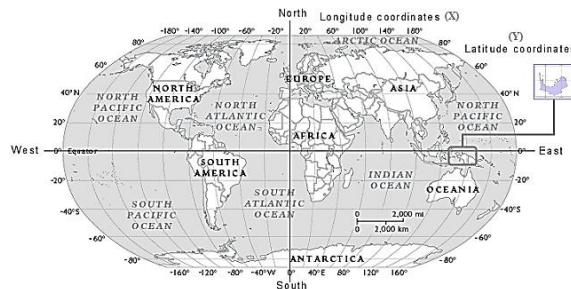


Gambar 6. Langkah Menentukan Stasiun Manual

3.1. Teknik Stasiun Manual

Langkah pertama adalah dengan membuat *grid* terlebih dahulu pada peta batas administrasi kabupaten yang didapatkan. Kegiatan ini dilakukan untuk dapat mengakumulasi secara presisi batas-batas terluar yang masuk dalam zona pemetaan (fitur *grid*), yang tujuannya untuk merangkup seluruh daerah pada peta wilayah agar spesifik sesuai target penelitian. Luas pada wilayah *grid* (km²) ditentukan sesuai kebutuhan data ideal untuk pemetaan atau yang dianggap penting oleh peneliti. Setelah merancang *grid* selesai barulah menentukan titik pusat dari setiap *grid* sebagai cikal bakal titik stasiun hujan manual (gambar 6).

Tahap penting selanjutnya melakukan kalkulasi untuk mendapatkan koordinat X dan Y (*exact location on Earth*) dari setiap stasiun (gambar 7), yang nantinya berfungsi sebagai acuan saat melakukan *pinpoint* pada peta iklim untuk proses akuisisi data presipitasi sesuai lokasi stasiun.



Gambar 7. Map of Longitude (X) and Latitude (Y) Coordinates

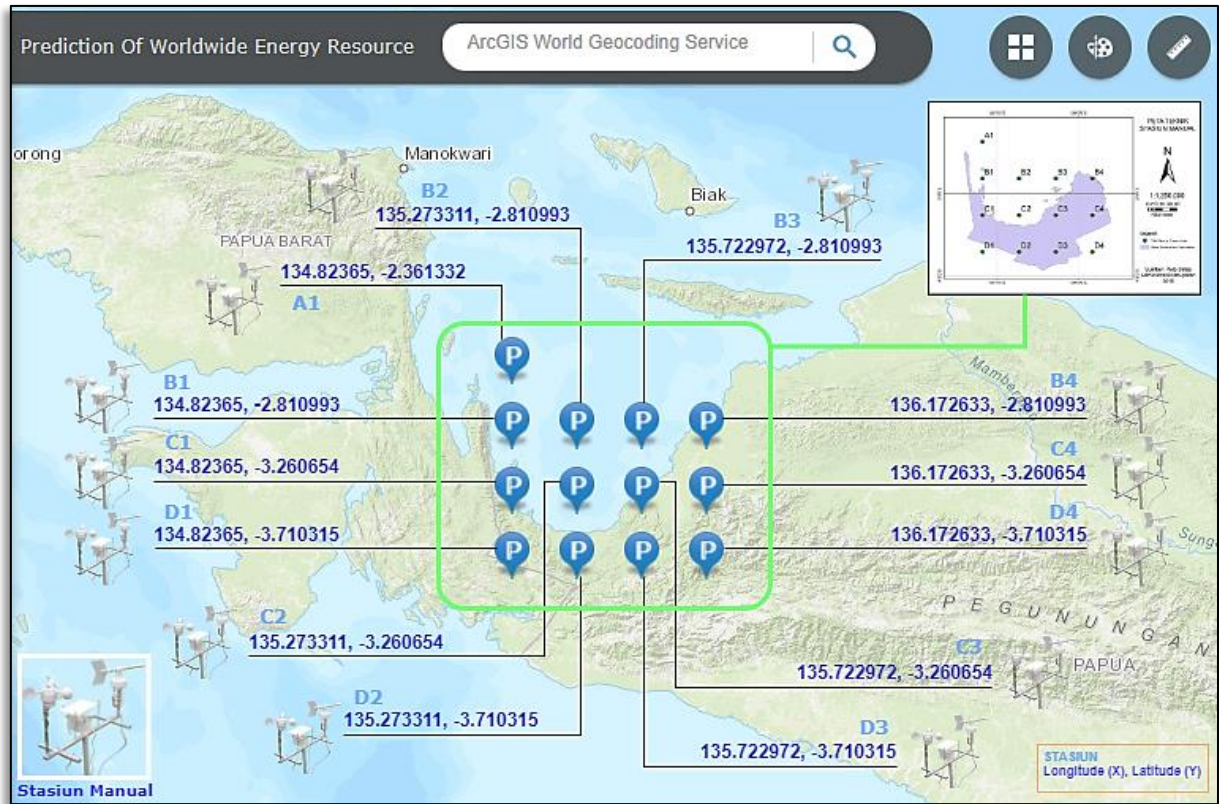
Tabel 1. Stasiun Manual dengan Koordinat X dan Y

Manual Station	Longitude (X)	Latitude (Y)
A1	134.82365	-2.361332
B1	134.82365	-2.810993
B2	135.273311	-2.810993
B3	135.722972	-2.810993
B4	136.172633	-2.810993
C1	134.82365	-3.260654
C2	135.273311	-3.260654
C3	135.722972	-3.260654
C4	136.172633	-3.260654
D1	134.82365	-3.710315
D2	135.273311	-3.710315
D3	135.722972	-3.710315
D4	136.172633	-3.710315

Dengan hasil titik koordinat X untuk *longitude* dan Y untuk *latitude* dari masing-masing stasiun (tabel 1) kemudian melakukan proses akuisisi data presipitasi dari tiap stasiun hujan manual dengan melakukan *pinpoint* pada situs peta iklim POWER-NASA dengan cara memasukkan titik-titik koordinat yang ada (gambar 8). Target data yang diinginkan

adalah data curah hujan (presipitasi) sepuluh tahun terakhir dalam hitungan hari/DoY (*Day of Year*) dari

tanggal 1 Februari 2014 sampai dengan 31 Januari 2023 untuk tiap stasiun hujan manual.



Gambar 8. Lokasi Titik Stasiun Hujan Manual pada Peta Iklim Global POWER-NASA Berdasarkan Koordinat (Sumber: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer>)

Dengan akuisisi data presipitasi (curah hujan) per hari berhasil, diikuti dengan menghitung rerata curah hujan per tahun yang didapatkan untuk setiap stasiun hujan. Hasil akuisisi data berupa

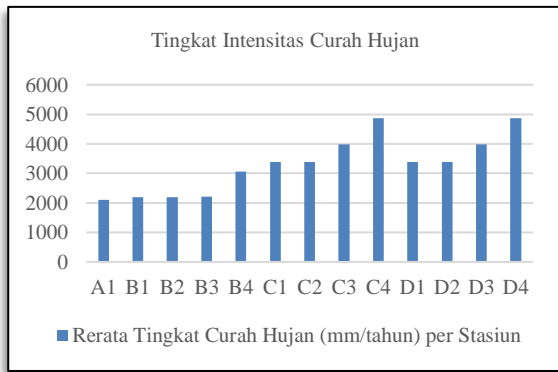
PRECTOTCORR MERRA-2 yang merupakan data presipitasi dengan data bias-terkoreksi (mm/hari) [7]. Berikut ini adalah rerata per tahun data presipitasi dari tiap stasiun hujan manual (tabel 2).

Tabel 2. Data Presipitasi (*Sum of PRECTOTCORR*) Sepuluh Tahun dari Tiap Stasiun Hujan

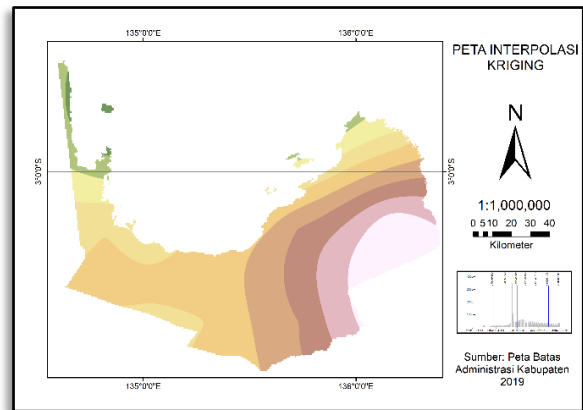
Stasiun Hujan	Tahun Presipitasi (1 Februari 2014 – 31 Januari 2023)										Rata-rata (mm/tahun)
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
A1	2386.29	1747.47	2935.61	2870.81	2061.21	2199.98	2239.82	3485.71	780.72	262.31	2096.993
B1	2604.62	1757.3	3449.01	3092.29	2204.76	2310.07	2699.53	2777.6	786.31	313.15	2199.464
B2	2604.62	1757.3	3449.01	3092.29	2204.76	2310.07	2699.53	2777.6	786.31	313.15	2199.464
B3	2698.14	1728.21	3258.81	3112.88	2141.28	2289.24	2648.71	3047.59	913.4	243.41	2208.167
B4	2929.19	2327.69	4268.93	4388.23	3007.79	2972.36	3648.27	5204.54	1761.09	171.66	3067.975
C1	3013.84	2882.37	5197.18	4672.93	3361.45	3254.77	4289.88	4129.96	2581.57	388.65	3377.26
C2	3013.84	2882.37	5197.18	4672.93	3361.45	3254.77	4289.88	4129.96	2581.57	388.65	3377.26
C3	3261.19	2959.38	5366.96	4987.37	3553.26	3467.26	4521.52	4474.41	6781.36	407.99	3978.07
C4	3068.32	2383.82	4475.35	4729.93	3254.11	3096.42	4040.42	4156.48	18558.1	939.96	4870.288
D1	3013.84	2882.37	5197.18	4672.93	3361.45	3254.77	4289.88	4129.96	2581.57	388.65	3377.26
D2	3013.84	2882.37	5197.18	4672.93	3361.45	3254.77	4289.88	4129.96	2581.57	388.65	3377.26
D3	3261.19	2959.38	5366.96	4987.37	3553.26	3467.26	4521.52	4474.41	6781.36	407.99	3978.07
D4	3068.32	2383.82	4475.35	4729.93	3254.11	3096.42	4040.42	4156.48	18558.1	939.96	4870.288

Dari hasil analisa data curah hujan, didapatkan jumlah rerata (*average*) dan tingkat curah hujan

sepuluh tahun terakhir tiap stasiun dari 1 Februari 2014 sampai dengan 31 Januari 2023 (gambar 9).



Gambar 9. Tingkat Intensitas Curah Hujan

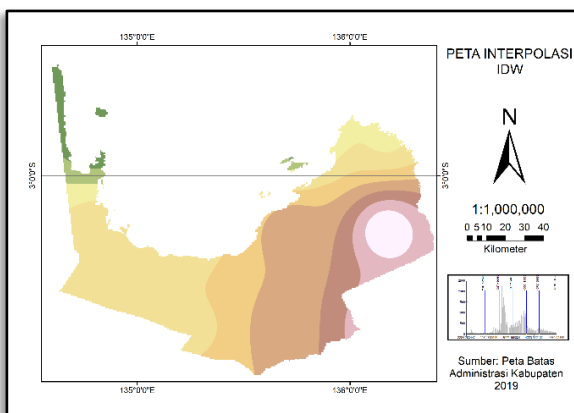


(c)

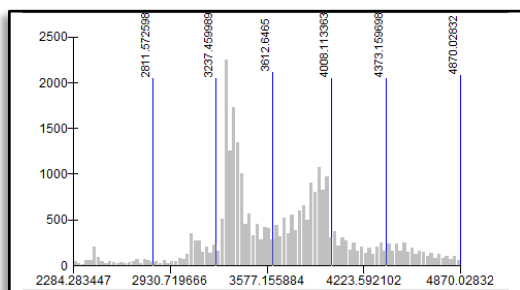
3.2. Metode Isohyet

Pemetaan curah hujan disini menggunakan metode Isohyet dengan teknik interpolasi IDW dan interpolasi Kriging. Kedua teknik ini menghasilkan produk peta intensitas curah hujan sesuai dengan karakteristiknya masing-masing, IDW dengan estimasi deterministik (matematis), sedangkan Kriging dengan estimasi stokastik (statistik).

- 1) Hasil *output* pemetaan dengan teknik interpolasi IDW beserta grafik intensitas curah hujan (gambar 10).



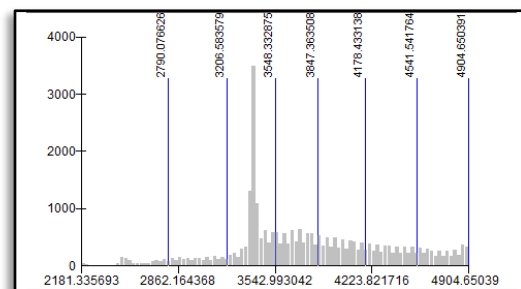
(a)



(b)

Gambar 10. Peta Raster Hasil Interpolasi IDW (a), Klasifikasi Intensitas Curah Hujan IDW (b)

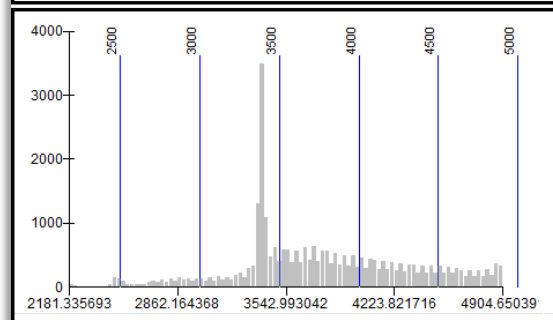
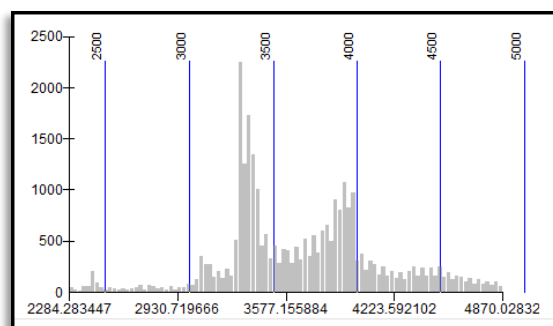
- 2) Hasil *output* pemetaan dengan teknik interpolasi Kriging beserta grafik intensitas curah hujan (gambar 11).



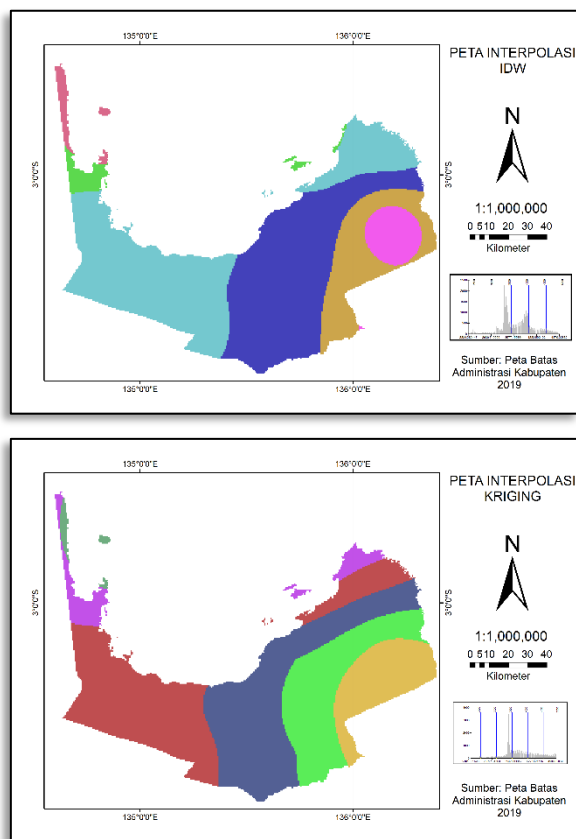
(d)

Gambar 11. Peta Raster Hasil Interpolasi Kriging (c), Klasifikasi Intensitas Curah Hujan Kriging (d)

Dari hasil peta data raster kemudian dikonversi kedalam poligon untuk desain peta Isohyet. Agar memudahkan pengukuran parameter kelas curah hujan dilakukan pengklasifikasian (*reclassify*) intensitas dalam enam interval untuk rerata curah hujan per 500 mm (gambar 12) setelah dikonversi kedalam bentuk data poligon (gambar 13).



Gambar 12. Reklasifikasi Presipitasi untuk Enam Interval - per 500 mm: IDW (atas); Kriging (bawah)



Gambar 13. Hasil Konversi Peta Data Raster ke Bentuk Poligon untuk IDW (atas) dan Kriging (bawah) dengan Reklasifikasi

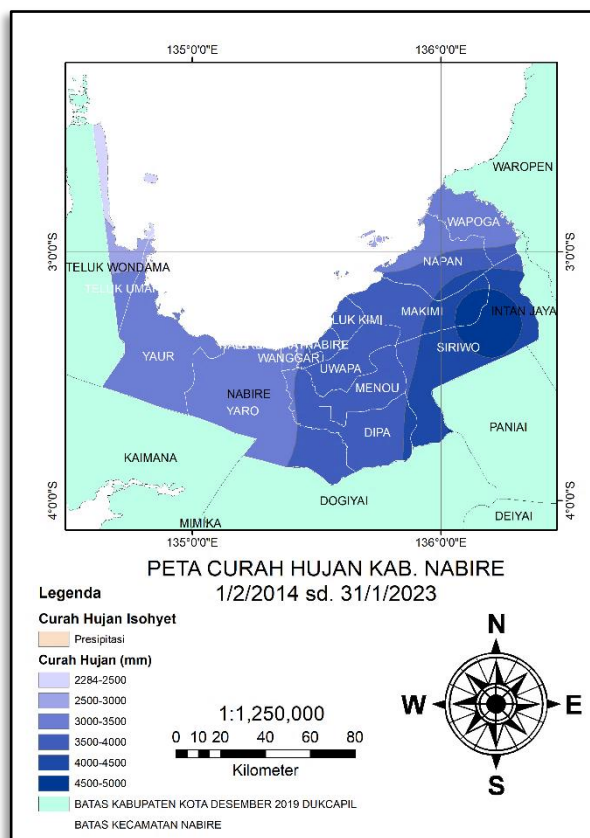
Tingkat elevasi atau ketinggian suatu daerah sangat berpengaruh pada tingkat presipitasi (curah hujan) akibat tinggi tekanan udara [20]. Hasil gambar kedua peta Isohyet (IDW dan Kriging) menunjukkan wilayah dengan tingkat presipitasi tertinggi berada pada area timur (*eastern region*) dimana merupakan kawasan dengan wilayah perbukitan (gambar 14 dan 15).

Sesuai peta hasil reklasifikasi presipitasi ditentukan kategori kelas intensitas curah hujan wilayah berdasarkan parameter klasifikasi untuk variabel curah hujan dengan kesesuaian wilayah (tabel 3) [3].

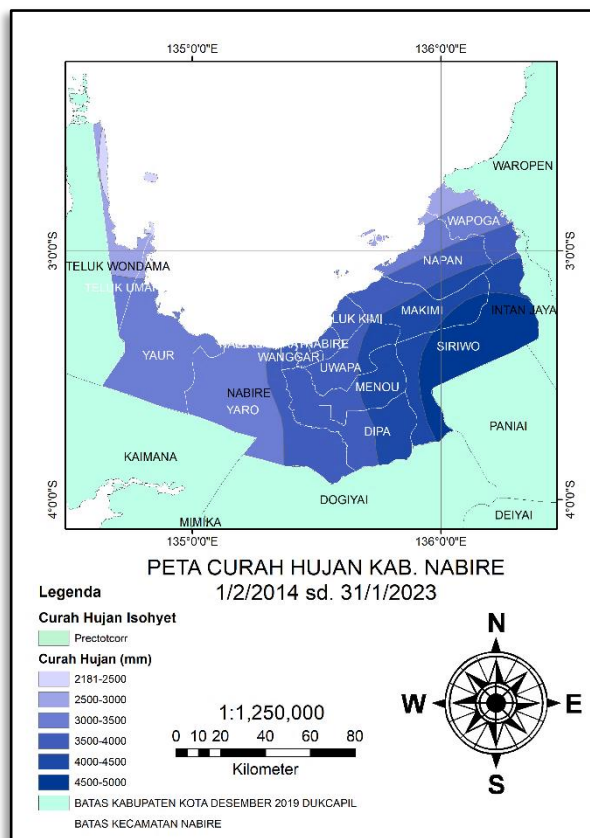
Tabel 3. Parameter Curah Hujan Wilayah

Klasifikasi Curah Hujan (mm/tahun)	Kelas
0 – 1000	Sangat Rendah
1000 – 2000	Rendah
2000 – 3000	Sedang
3000 – 4000	Tinggi
>4000	Sangat Tinggi

Dari kombinasi pemetaan hasil metode interpolasi dengan kesesuaian peta wilayah (gambar 16) melalui teknik *overlay*, dapat ditentukan bahwa klasifikasi bagian wilayah yang memiliki kelas curah hujan sedang–tinggi yaitu Teluk Umar, Moora, Yaur, Wanggar, Yaro, Teluk Kimi, Nabire, Uwapa, dan Wapoga. Sedangkan wilayah yang memiliki rentang curah hujan tinggi–sangat tinggi yaitu Napan, Makimi, Siriwo, Menou, dan Dipa.



Gambar 14. Hasil Peta Curah Hujan Metode Isohyet Kabupaten Nabire dengan Interpolasi IDW



Gambar 15. Hasil Peta Curah Hujan Metode Isohyet Kabupaten Nabire dengan Interpolasi Kriging

Hasil peta curah hujan metode Isohyet untuk Kabupaten Nabire dengan teknik stasiun manual dan

presipitasi satelit ini efektif memetakan intensitas curah hujan untuk keseluruhan wilayah.



Gambar 16. Peta Daerah Penelitian dengan Peta Batas Wilayah Administrasi Kabupaten Nabire Tahun 2019 (Sumber: Batas Kabupaten/Kota dan Kecamatan/Distrik Desember 2019 DUKCAPIL)

Dengan hasil pemetaan berdasarkan klasifikasi rerata curah hujan dari tiap stasiun hujan manual untuk sepuluh tahun terakhir, dari sampel presipitasi berada pada intensitas antara 2096,993 – 4870,288 mm/tahun, interpolasi IDW dengan 2284,283447 – 4870,02832 mm/tahun dan Kriging pada 2181,335693 – 4904,65039 mm/tahun, dengan ini menempatkan daerah Kabupaten Nabire pada kelas wilayah dengan rentang intensitas curah hujan sedang dan sangat tinggi.

4. DISKUSI

Dari hasil dan pembahasan penelitian yang telah didapatkan, penggunaan metode teknik stasiun manual dengan analisis data PRECOTCORR MERRA-2 berhasil memberikan *output* yakni peta curah hujan (Isohyet) untuk luasan wilayah kabupaten terkait. Kebutuhan parameter untuk data curah hujan berdasarkan lokasi untuk rentang waktu tahunan pun tercukupi dan mengisi kekurangan data oleh keterbatasan stasiun pengamatan curah hujan lapangan yang ada.

Terdapat beberapa jenis penelitian hidrologi untuk mencari data curah hujan yang kurang melalui metode seperti *Normal Ratio*, *Inversed Square Distance*, *Rata-rata Aljabar* [21] [22] [23], dan sejenisnya, namun metode ini dapat terpenuhi dengan adanya lebih dari satu stasiun hujan sebagai parameter penelitian yang mana kurang dapat mengatasi kondisi permasalahan pada wilayah ini. Diperlukan alternatif sumber data lain seperti yang dilakukan pada penelitian ini dimana menggunakan alternatif data satelit pengamat cuaca oleh NASA dengan reanalisis MERRA-2.

Pemanfaatan data satelit juga pernah dilakukan pada penelitian [4], yang menggunakan alternatif data satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) yang juga merupakan bagian dari salah satu satelit NASA untuk misi pemantauan cuaca bumi sebagai pelengkap kekurangan data didalam suatu penelitian curah hujan khususnya pada wilayah yang

sangat luas dengan keterbatasan stasiun hujan yang terlalu signifikan.

Masih belum adanya penelitian curah hujan untuk kasus minim stasiun hujan pada kabupaten ini sehingga membuat peneliti mengangkat penelitian terkait. Pada penelitian ini peneliti memanfaatkan penggunaan data bantuan yaitu reanalisis MERRA-2 oleh kantor GMAO NASA untuk presipitasi yakni PRECOTCORR yang menjadi salah satu teknologi termutakhir saat ini untuk sistem analisis ulang atmosfer (*retrospective analysis*) dengan koreksi data bias [7], sebagai salah satu pilihan alternatif pelengkap sumber data untuk parameter penelitian curah hujan seperti pemetaan curah hujan wilayah melalui metode Isohyet dengan teknik-teknik interpolasi yang dapat dianalisa melalui aplikasi Sistem Informasi Geografis.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil yaitu teknik stasiun manual dan analisa informasi data presipitasi hasil pengamatan satelit sangat membantu dalam proses pemetaan, prediksi, dan pengukuran intensitas curah hujan untuk rerata tahunan khususnya pada suatu wilayah dengan keterbatasan jumlah stasiun hujan. Data reanalisis MERRA-2 NASA (PRECOTCORR) ini dapat menjadi alternatif acuan perhitungan interpolasi geografis pada pemetaan curah hujan wilayah dengan cakupan area yang cukup luas dan spesifik, memiliki data periodik masa lalu yang cukup lama dan lengkap.

Dari hasil analisis, dengan rentang presipitasi 2000 – 5000 mm/tahun (2096,993 – 4870,288) dalam parameter kelas curah hujan di >2000 mm (sedang) hingga >4000 mm (sangat tinggi) menandakan bahwa Kabupaten Nabire merupakan wilayah dengan curah hujan yang cukup tinggi di Indonesia. Hasil pemetaan (Isohyet) dengan interpolasi IDW dan Kriging menunjukkan bagian wilayah seperti Napan, Makimi, Siriwo, Menou, dan Dipa memiliki intensitas curah hujan tertinggi, berkisar ± 4000 mm/tahun (terutama daerah Siriwo

dengan faktor ketinggian wilayah, anomali ini bisa disebabkan oleh terjadinya fenomena hujan orografis). Sedangkan tingkat curah hujan terendah (kelas sedang) dengan rentang 2000 mm – 3000 mm per tahun berada pada wilayah Teluk Umar dan wilayah utara Wapoga yang merupakan daerah pesisir pantai.

Diperlukan penelitian lebih lanjut akan hasil dari analisa informasi data presipitasi satelit (fotogrametri) oleh MERRA-2 ini, yaitu ditunjang melalui pengkajian data curah hujan lapangan (terestris) sebagai data pembanding untuk pengukuran tingkat validasi data sampel, serta untuk mengukur korelasi nilai hasil estimasi kedua teknik interpolasi. Sebagai solusi utama adalah pengadaan stasiun hujan sesuai standar jaringan stasiun hujan internasional (WMO) yang sangat penting untuk aktivitas pengamatan curah hujan wilayah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Q. Ajr and F. Dwirani, "Menentukan Stasiun Hujan dan Curah Hujan dengan Metode Polygon Thiessen Daerah Kabupaten Lebak," *JURNALIS*, vol. 2, no. 2, pp. 139–146, 2019.
- [2] Y. Firmansyah and Y. Muliati, "Analisis Data Curah Hujan yang Hilang dengan Menggunakan Metode Rasional dan Metode Inversed Square Distance," *Seminar Nasional dan Diseminasi Tugas Akhir 2021*, pp. 1–6, 2021.
- [3] H. Setiawan, A. Wibowo, and Supriatna, "Pembuatan Peta Curah Hujan untuk Evaluasi Kesesuaian Rencana Tata Ruang Kawasan Hutan Kabupaten Bogor," *Geomedia*, vol. 19, no. 2, pp. 113–121, 2021.
- [4] D. A. R. Oktavarina, E. Suhartanto, and S. Wahyuni, "Validasi Data Curah Hujan Satelit TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) dengan Pos Stasiun Hujan pada Sub DAS Keduang Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah," *JTRESDA*, vol. 2, no. 1, pp. 265–276, 2022.
- [5] Y. Atika, S. Wahyuni, and L. M. Limantara, "Rasionalisasi Kerapatan Stasiun Hujan di Sub DAS Ngasinan Hulu Menggunakan Data Hujan Pengukuran dan Satelit," *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, vol. 13, no. 2, pp. 232–244, 2022.
- [6] Badaruddin, H. S. Kadir, and K. Nisa, *Buku Ajar Hidrologi Hutan*. Banjarmasin: CV. BATANG, 2021.
- [7] X. Xu, S. K. Frey, and D. Ma, "Hydrological Performance of ERA5 and MERRA-2 Precipitation Products over the Great Lakes Basin," *Journal of Hydrology: Regional Studies, Elsevier*, vol. 39, 2022.
- [8] S. Alfiandy and D. S. Permana, "Tren Curah Hujan Berbasis Data Sinoptik BMKG dan Reanalisis MERRA-2 NASA di Provinsi Sulawesi Tengah," *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, vol. 21, no. 2, pp. 63–72, 2020.
- [9] F. Nugroho, *Sistem Informasi Geografis Membuat Peta dengan Citra Satelit di ArcGIS 10.8*. Bandung: CV. MEDIA SAINS INDONESIA, 2020.
- [10] F. Aditya, E. Gusmayanti, and J. Sudrajat, "Pengaruh Perubahan Curah Hujan terhadap Produktivitas Padi Sawah di Kalimantan Barat," *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 19, no. 2, pp. 237–246, 2021.
- [11] R. Z. Singal and N. Jumario, "Pemetaan Curah Hujan Dalam Upaya Mengurangi Resiko Bencana Hidrometeorologi Dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) Untuk Wilayah Kalimantan Utara," *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, vol. 3, no. 2, pp. 129–142, 2019.
- [12] Nuryanti, J. L. Tanesib, and A. Warsito, "Pemetaan Daerah Rawan Banjir dengan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur," *Jurnal Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya*, vol. 3, no. 1, pp. 73–79, 2018.
- [13] R. A. Asmara, A. Prasetyo, S. Stevani, and R. I. Hapsari, "Prediksi Banjir Lahar Dingin Pada Lereng Merapi Menggunakan Data Curah Hujan Dari Satelit," *JIP*, vol. 7, no. 2, pp. 35–42, 2021.
- [14] M. F. Yassar *et al.*, "Penerapan Weighted Overlay Pada Pemetaan Tingkat Probabilitas Zona Rawan Longsor di Kabupaten Sumedang, Jawa Barat," *Jurnal Geosains dan Remote Sensing*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2020.
- [15] T. F. Dicelebica, A. A. Akbar, and D. R. Jati, "Identifikasi dan Pencegahan Daerah Rawan Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan Gambut Berbasis Sistem Informasi Geografis di Kalimantan Barat," *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 20, no. 1, pp. 115–126, 2022.
- [16] D. Indraswari, N. Hanifah, M. J. Ramadani, and Y. Priyana, "Analisis Aplikasi ArcGIS 10.3 untuk Pembuatan Daerah Aliran Sungai dan Penggunaan Lahan di DAS Samajid Kabupaten Sampang, Madura," *Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS IX 2018*, pp. 478–489, 2018.
- [17] J. Pangaribuan, L. M. Sabri, and F. J. Amarrohman, "Analisis Daerah Rawan Bencana Tanah Longsor di Kabupaten Magelang Menggunakan Sistem Informasi Geografis dengan Metode Standar Nasional Indonesia dan Analytical Hierarchy

- Process,” *Jurnal Geodesi Undip*, vol. 8, no. 1, pp. 288–297, 2019.
- [18] M. Habib, Y. Alzubi, A. Malkawi, and M. Awwad, “Impact of interpolation techniques on the accuracy of large-scale digital elevation model,” *Open Geosciences*, vol. 12, no. 1, pp. 190–202, 2020.
- [19] M. Xu, L. Zhao, R. Yang, J. Yang, D. Sha, and C. Yang, “Integrating Memory-mapping and N-dimensional Hash Function for Fast and Efficient Grid-based Climate Data Query,” *Ann GIS*, vol. 27, no. 1, pp. 57–69, 2020.
- [20] E. M. Lesik, H. L. Sianturi, A. S. Geru, and Bernandus, “Analisis Pola Hujan dan Distribusi Hujan Berdasarkan Ketinggian Tempat di Pulau Flores,” *Jurnal Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya*, vol. 5, no. 2, pp. 118–128, 2020.
- [21] A. S. Yusman, “Aplikasi Metode Normal Ratio dan Inversed Square Distance untuk Melengkapi Data Curah Hujan Kota Padang yang Hilang,” *MENARA Ilmu*, vol. 12, no. 9, pp. 1–9, 2018.
- [22] H. Rizky, Y. N. Nasution, and R. Goejantoro, “Analisis Data Curah Hujan yang Hilang Menggunakan Metode Inversed Square Distance,” *Prosiding Seminar Nasional Matematika, Statistika, dan Aplikasinya 2019*, vol. 1, pp. 138–149, 2019.
- [23] I. T. Cesar, A. Zakaria, R. C. Wijaya, and N. Arifaini, “Validasi Metode untuk Mencari Data Curah Hujan dengan Menggunakan Metode Rata-Rata Aljabar, Normal Ratio, Inversed Square Distance dan Modified Inversed Square Distance (Studi Kasus Curah Hujan Beberapa Stasiun Hujan Daerah Lampung Tengah),” *JRSDD*, vol. 9, no. 4, pp. 863–874, 2021.