

PERBANDINGAN PREDIKSI CURAH HUJAN KUMULATIF BULANAN DENGAN VARIASI WAKTU JEDA (*TIME LAG*)

Presli Panusunan Simanjuntak¹⁾, Afif Fatchur Rozzy²⁾

¹⁾BMKG, Stasiun Klimatologi Bangka Belitung, Kepulauan Bangka Belitung, Indonesia

²⁾BMKG, Stasiun Klimatologi Gorontalo, Gorontalo, Indonesia

Corresponding author : Presli Panusunan Simanjuntak

E-mail : presli.simanjuntak@bmgk.go.id

Diterima 25 Februari 2023, Direvisi 12 April 2023, Disetujui 17 April 2023

ABSTRAK

Peningkatan akurasi pada prediksi curah hujan kumulatif bulanan sangat penting dilakukan terutama pada wilayah NON ZOM (Non Zona Musim), mengingat curah hujan mempengaruhi terhadap berbagai sektor kehidupan. Salah satu cara untuk meningkatkan akurasi prediksi curah hujan kumulatif bulanan adalah dengan menggunakan metode regresi linier. Terdapat banyak pilihan metode regresi linier untuk prediksi curah hujan, metode yang sering digunakan antara lain adalah regresi linier berganda dan regresi stepwise. Data curah hujan dasarian yang digunakan adalah 3 titik pos hujan dari tahun 1996 – 2016 dengan prediktor suhu muka laut dan air mampu curah (precipitable water). Penelitian ini menggunakan variasi waktu jeda (time lag) untuk mendapatkan nilai prediksi curah hujan kumulatif terbaik berdasarkan nilai RMSE pada waktu jeda tertentu. Masing – masing metode regresi kemudian digunakan untuk melakukan simulasi prediksi curah hujan kumulatif bulanan tahun 2017 – Februari 2019. Hasil prediksi menggunakan metode regresi linier berganda secara umum menunjukkan nilai RMSE terendah pada waktu jeda 1 bulan. Untuk hasil prediksi menggunakan metode regresi stepwise secara umum nilai RMSE terendah terjadi pada waktu jeda simultan.

Kata kunci: curah hujan; stepwise; time lag; RMSE

ABSTRACT

Increasing accuracy in predicting monthly cumulative rainfall is very important especially in the NON ZOM area, considering that rainfall affects various sectors of life. One way to improve the accuracy of predictions of monthly cumulative rainfall is to use the linear regression method. There are many choices of linear regression methods for rainfall prediction, methods that are often used include multiple linear regression and stepwise regression. The dasarian rainfall data used are 3 rain post points from 1996-2016 with predictors of sea surface temperature and precipitable water. This study uses a time lag to get the best cumulative rainfall prediction value based on the RMSE value at a certain time interval. Each regression method is then used to simulate monthly cumulative rainfall prediction for 2017 - February 2019. Prediction results using multiple linear regression methods generally show the lowest RMSE value at 1 month time lag. For prediction results using the stepwise regression method in general the lowest RMSE value occurs at the time of simultaneous time lag.

Keywords: rainfall; stepwise; time lag; RMSE

PENDAHULUAN

Kerumitan dinamika atmosfer di wilayah ekuator serta keunikan atmosfer di negara kepulauan menyebabkan perlunya metode prediksi cuaca khususnya curah hujan yang memiliki ketelitian yang tinggi (Bayong, 2004). Provinsi Gorontalo secara klimatologis dibagi menjadi dua bagian yaitu wilayah Gorontalo bagian Utara dan wilayah Gorontalo bagian Selatan. Wilayah Gorontalo bagian Utara memiliki tipe hujan monsunial yang dipengaruhi oleh angin laut atau darat, dicirikan oleh adanya perbedaan yang jelas antara periode musim kemarau dan musim

hujan dalam setahun yang masuk dalam wilayah Zona Musim (ZOM 321). Wilayah Gorontalo bagian Selatan dikategorikan sebagai wilayah Non Zona Musim (NON ZOM) karena tidak memiliki perbedaan yang jelas antara musim penghujan dan musim kemarau.

Beberapa penelitian telah menunjukkan pengaruh yang besar antara variabilitas curah hujan terhadap suhu muka laut (SML) serta perubahan pola anomali SML baik secara temporal dan spasial diduga sebagai hal terkait dengan variabilitas curah hujan. Variabilitas SML Nino 3.4 mempengaruhi 50% variasi curah hujan di seluruh Indonesia sedangkan

variabilitas SML di Laut India memiliki pengaruh sekitar 10%-15% (Hendon, 2003). Kenaikan SML membawa implikasi naiknya curah hujan karena naiknya suhu muka laut menunjukkan peningkatan energi di laut yang memberikan kemungkinan naiknya tingkat penguapan di atmosfer (Aldrian, 2008).

Besarnya uap air yang terkandung di dalam awan serta proses pengangkatan massa udara juga turut andil dalam proses pembentukan hujan. Air mampu curah (AMC) atau yang lebih dikenal dengan sebutan *total precipitable water* (TPW) adalah sejumlah endapan air di atmosfer yang siap menjadi hujan. Melalui pendekatan nilai TPW/AMC di atmosfer dapat diketahui kondisi kelembaban udara dan potensi terjadinya hujan pada suatu wilayah (Setiawan et al., 2006). Dalam upaya meningkatkan kualitas informasi prediksi iklim khususnya intensitas curah hujan bulanan di Provinsi Gorontalo yang secara klimatologis terbagi menjadi 2 wilayah, yaitu wilayah Gorontalo bagian Utara yang merupakan wilayah ZOM tepatnya ZOM 321 dan wilayah Gorontalo bagian Selatan yang dikategorikan sebagai daerah NON ZOM diperlukan prediksi yang tepat dan akurat.

Informasi prediksi intensitas curah hujan dapat dijadikan sebagai sarana pendukung perencanaan pembangunan kedepan. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian menggunakan prediktor suhu muka laut dan air mampu curah dalam memprediksi curah hujan kumulatif bulanan di Wilayah Gorontalo. Hasil prediksi ini kemudian akan dianalisis untuk mengetahui seberapa baik tingkat akurasi yang dihasilkan dari prediksi curah hujan kumulatif bulanan pada wilayah dengan mayoritas kategori NON ZOM seperti Provinsi Gorontalo.

METODE PENELITIAN

Wilayah Penelitian

Wilayah yang digunakan dalam penelitian ini adalah wilayah perwakilan yang berada di Provinsi Gorontalo yang memiliki letak astronomis pada $0^{\circ}19'00''$ – $1^{\circ}57'00''$ LU (Lintang Utara) dan $121^{\circ}23'00''$ – $125^{\circ}14'00''$ BT (Bujur Timur). Luas wilayah Gorontalo secara keseluruhan adalah 12.435 km² yang sebagian besar adalah perbukitan. Letak Provinsi Gorontalo sangatlah strategis, karena diapit oleh dua perairan, yaitu Teluk Gorontalo atau yang lebih dikenal dengan nama Teluk Tomini di sebelah Selatan dan Laut Sulawesi di sebelah Utara. Secara administratif Provinsi Gorontalo terdiri dari 5 kabupaten dan 1 kota. Wilayah penelitian ini dipilih karena memiliki keunikan yang menarik untuk dikaji lebih lanjut. Keunikan tersebut karena wilayah yang dipilih

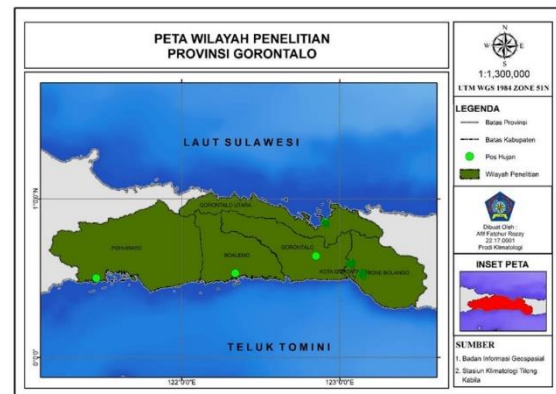
secara mayoritas dikategorikan sebagai wilayah NON ZOM.

Data Penelitian

a. Curah Hujan Observasi

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh di permukaan tanah selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi millimeter (mm) di atas permukaan horizontal (Sosrodarsono & Takeda, 1987). Data curah hujan yang digunakan merupakan data curah hujan harian hasil observasi dari 3 titik pos hujan di wilayah Provinsi Gorontalo, yaitu pos hujan Popayato, Tilamuta dan Stasiun Meteorologi Djalaluddin (Tibawa). Data yang digunakan memiliki periode 20 tahun (1996 – 2016). Titik perwakilan ini dipilih karena memiliki kelengkapan data yang baik dan dapat mudah untuk dipetakan karena telah memiliki letak koordinat secara astronomis. Data koordinat pos hujan yang ditampilkan dalam peta pada Gambar 1.

Gambar 1. Lokasi Penelitian

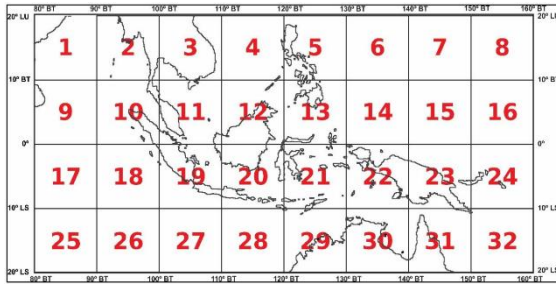


(Sumber : ArcGis, 2022)

b. Suhu Muka Laut (SML)

Nilai anomali suhu muka laut (SML) Indonesia memiliki peranan yang signifikan terhadap awal dan panjang musim hujan Indonesia (Swarinoto et al., 2013). Kondisi SML lokal dapat digunakan sebagai indikator indikator banyak-sedikitnya kandungan uap air di atmosfer dan erat kaitannya dengan pembentukan awan di Indonesia (BMKG, 2022). Semakin hangat atau panasnya SML maka ketersediaan uap air yang merupakan bahan bakar pembentukan awan semakin besar dan tentunya kondisi atmosfer akan menjadi semakin lembab (Sucahyono & Ribudiyanto, 2013).

Data suhu muka laut yang digunakan dalam penelitian ini merupakan suhu muka laut bulanan dengan pembagian kotak $10^{\circ} \times 10^{\circ}$ pada wilayah 20° LU – 20° LS dan 80° BT – 160° BT periode tahun 1996 – 2016. Data suhu muka laut bulanan ini diperoleh dari IRI/LDEO *Climate Data Library* dengan pembagian data yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pembagian Grid Suhu Muka Laut dan Air Mampu Curah Hujan (AMC)

Tidak semua data suhu muka laut dalam kotak SML di atas akan dianalisis dalam penelitian ini. Kotak yang akan digunakan dalam melakukan analisis adalah kotak dengan nilai korelasi terbesar dari mayoritas titik perwakilan yang digunakan sebagai kotak acuan dalam membangun model prediksi curah hujan kumulatif bulanan dalam penelitian ini untuk wilayah di Provinsi Gorontalo. Berikut disajikan nilai korelasi dari masing-masing titik dengan nilai SML pada tiap kotak yang digunakan dalam penelitian ini.

c. Air Mampu Curah Hujan (AMC)

Salah satu indikator yang dapat digunakan untuk menjadi prediktor curah hujan di suatu wilayah adalah air mampu curah hujan. Air mampu curah (AMC) merupakan jumlah total dari uap air yang terdapat dalam atmosfer. Pada tahap kondensasi uap air di atmosfer menjadi cairan, didapati lapisan air yang meliputi permukaan bumi (Allan et al., 2022).

Jumlah uap air yang terkandung pada massa udara merupakan indikator potensi atmosfer untuk terjadinya presipitasi. Air mampu curah hujan sebagai variabel tunggal persamaan regresi linier sederhana cukup baik digunakan untuk menghasilkan prediksi curah hujan. Jumlah uap air yang terkandung pada massa udara merupakan indikator potensi atmosfer untuk terjadinya presipitasi (Hodnebrog et al., 2019).

Sama halnya dengan data suhu muka laut, data air mampu curah hujan pada penelitian ini merupakan data air mampu curah bulanan pada wilayah 20°LU – 20°LS dan 80°BT – 160°BT dengan pembagian kotak 10°x10° pada periode 1996 – 2016. Data rata-rata air mampu curah bulanan pada penelitian ini didapat dari IRI/LDEO *Climate Data Library* dengan pembagian data grid yang sama dengan suhu muka laut.

d. Perhitungan Data Curah Hujan

Sama halnya dengan data suhu muka laut, data air mampu curah pada penelitian ini merupakan data air mampu curah bulanan

pada wilayah 20°LU – 20°LS dan 80°BT – 160°BT dengan pembagian kotak 10°x10° pada periode 1996 – 2016. Data rata-rata air mampu curah bulanan pada penelitian ini didapat dari IRI/LDEO *Climate Data Library* dengan pembagian data grid yang sama dengan suhu muka laut.

$$CH_{\text{bulanan}} = \sum_{i=1}^n CH_i = CH_1 + CH_2 + CH_3 + \dots + CH_n \quad (1)$$

dimana:

CH_i = curah hujan hari ke- i

CH_n = curah hujan hari ke- n

n = jumlah hari tiap bulan bersangkutan

e. Penentuan Grid Domain Penelitian

Domain kotak dari prediktor yang akan digunakan dalam melakukan prediksi curah hujan kumulatif bulanan ditentukan menggunakan nilai koefisien korelasi masing-masing prediktor terhadap setiap wilayah observasi. Daerah kotak prediktor dengan nilai koefisien korelasi tertinggi akan digunakan sebagai wilayah prediktor dalam prediksi curah hujan kumulatif bulanan pada wilayah perwakilan di Provinsi Gorontalo. Pembagian kotak prediktor dilakukan dengan resolusi 10°x10° pada wilayah keseluruhan terletak antara 20°LU – 20°LS dan 80°BT – 160°BT.

f. Analisis Multikolinieritas

Multikolinieritas adalah hubungan linier antar variabel bebas. Uji multikolinieritas bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi terdapat korelasi yang tinggi atau sempurna antar variabel independen. Model regresi yang baik seharusnya tidak ada korelasi diantara variabel. Bila ada korelasi yang tinggi diantara variabel bebasnya, maka hubungan antara variabel bebas terhadap variabel terikat menjadi terganggu (Ghozali, 2016). Analisis multikolinieritas pada penelitian ini dilakukan guna mengetahui ada atau tidaknya multikolinieritas antara prediktor yang dalam hal ini adalah air mampu curah dan suhu muka laut. Analisis ini dilakukan menggunakan metode perhitungan nilai koefisien korelasi. Jika melalui perhitungan ditemukan nilai korelasi yang lebih dari 0,8 atau bahkan mendekati 1, maka hal tersebut menunjukkan adanya multikolinieritas dalam data.

g. Koefisien Korelasi

Metode korelasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Korelasi Pearson. Metode korelasi ini digunakan untuk mengukur seberapa besar tingkat keeratan hubungan antar variabel bebas yang masing-masing variabel memiliki bentuk data berupa rasio atau interval (Sugiyono, 2016). Korelasi Pearson dirumuskan sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2][n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}} \quad (2)$$

dimana:

- r_{xy} = nilai koefisien korelasi pearson antara variabel x dan y
 x = nilai prediktor suhu muka laut atau air mampu curah
 y = nilai curah hujan kumulatif bulanan
 n = banyaknya data

Nilai r memiliki ketentuan harga ($-1 \leq r \leq 1$), nilai $r = -1$ memiliki pengertian bahwa korelasi antara variabel bebas dan terikat memiliki hubungan berlawanan secara sempurna. Nilai $r = 1$ menunjukkan korelasi positif sempurna (sangat kuat) dan $r = 0$ menunjukkan tidak adanya korelasi. Besaran dari koefisien korelasi tidak menggambarkan hubungan sebab akibat antara dua peubah atau lebih, tetapi semata-mata menggambarkan keterkaitan linier antar peubah (Mattjik, 2000). Metode korelasi ini digunakan untuk mengetahui daerah mana saja dari prediktor dalam hal ini air mampu curah dan SML yang memiliki nilai koefisien korelasi tertinggi terhadap curah hujan kumulatif bulanan pada 6 pos hujan yang menjadi perwakilan di Provinsi Gorontalo.

h. Regresi Linear Berganda

Simulasi prediksi ini dilakukan guna membentuk sebuah model prediksi curah hujan kumulatif bulanan dengan mempertimbangkan aspek waktu. Rekonstruksi model prakiraan curah hujan kumulatif bulanan berdasarkan nilai prediktor yang telah dipilih kotaknya berdasarkan nilai koefisien korelasi terbaik untuk *time lag* 0 bulan, *time lag* 1 bulan, *time lag* 2 bulan, dan *time lag* 3 bulan. Simulasi prediksi ini menggunakan metode regresi linier berganda. Analisis regresi berganda digunakan dengan asumsi tidak terdapat multikolinieritas antara variabel bebas (Fadholi, 2013) yang dirumuskan sebagai berikut:

$$Y' = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n \quad (3)$$

dimana:

- Y' = nilai prediksi curah hujan kumulatif bulanan
 X_1, X_2, \dots, X_n = nilai prediktor pada wilayah terpilih
 a = konstanta
 b_1, b_2, \dots, b_n = koefisien regresi

i. Regresi Stepwise

Metode stepwise merupakan metode alternatif dalam analisis regresi yang membantu proses analisis untuk mendapatkan model yang memberikan kontribusi tinggi (Wohon et al., 2017). Metode regresi *stepwise* terdiri dari

sebuah kombinasi yang dibentuk dari metode seleksi langkah maju (*Forward Selection*) dengan cara menambahkan prediktor secara bertahap (satu demi satu) yang memiliki nilai koefisien korelasi terbesar terhadap normalisasi curah hujan. Jumlah prediktor akan dikurangi secara bertahap (satu demi satu) jika memiliki nilai signifikansi (*P-value*) lebih dari nilai alpha. Nilai alpha yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 0.15. Jika nilai signifikansi dari sebuah prediktor kurang dari nilai alpha maka prediktor tetap dipertahankan dalam model persamaan prediksi dan jika nilai signifikansi sebuah prediktor lebih dari alpha maka prediktor tidak dimasukkan ke dalam model persamaan prediksi. Proses ini dilakukan secara terus-menerus hingga tidak ada lagi prediktor yang ditambahkan atau dikurangi ke dalam model persamaan prediksi.

Metode regresi *stepwise* dilakukan dengan melalui beberapa tahapan. Setiap tahapan akan ditentukan variabel bebas terbaik yang akan dimasukkan ke dalam model. Dalam metode regresi *stepwise* juga dapat dilakukan sebuah modifikasi yang memungkinkan variabel bebas yang telah dimasukkan ke dalam model persamaan dikeluarkan kembali untuk membentuk model persamaan regresi terbaik (Susilawati et al., 2012).

j. Analisis Error

Tahapan analisis dilakukan guna mengetahui tingkat akurasi dari nilai prediksi yang dihasilkan. Validasi hasil prediksi dilakukan guna meyakinkan pengguna tentang ketepatan dan kesesuaian prediksi yang dihasilkan (Gordon & Shaykewich, 2000). Metode yang digunakan dalam menganalisis hasil prediksi ini adalah RMSE (Root Mean Square Error). RMSE merupakan sebuah perhitungan guna mengetahui besaran nilai hasil dugaan terhadap nilai sebenarnya (Walpole, 1982).

Metode validasi menggunakan RMSE dirumuskan sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_t - F_t)^2}{n}} \quad (4)$$

dimana:

- x_t = nilai aktual pada waktu ke-t
 F_t = nilai dugaan pada waktu ke-t
 n = jumlah data

RMSE (*Root Mean Square Error*) digunakan sebagai standar metrik statistik untuk mengukur performa model dalam meteorologi, kualitas udara, dan kajian penelitian iklim. Metode ini pula yang akan digunakan dalam penelitian ini sebagai alat untuk melakukan analisis error terhadap hasil prediksi curah hujan kumulatif

bulanan di wilayah penelitian (Chai & Draxler, 2014).

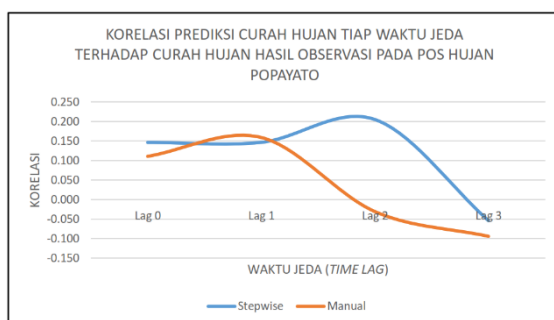
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi prediksi curah hujan bulanan yang digunakan pada setiap pos hujan didapatkan menggunakan metode prediksi regresi linier berganda. Hasil prediksi menggunakan metode regresi linier berganda ini dibedakan menjadi dua, yaitu prediksi menggunakan regresi berganda dengan seri waktu data historis hasil observasi secara manual dan regresi linier berganda dengan metode *stepwise*. Kedua prediksi menggunakan metode linier berganda ini dilakukan dengan membandingkan waktu jeda (*time lag*) yang berbeda, yaitu simultan, 1, 2, dan 3 bulan. Berdasarkan simulasi prediksi yang telah dilakukan dihasilkan perbandingan nilai korelasi antara curah hujan (CH) hasil observasi dan CH hasil prediksi menggunakan dua metode regresi linier berganda.

Analisa terhadap grafik korelasi hasil prediksi dilakukan dengan membandingkan rentang nilai korelasi tertinggi dan terendah antara kedua metode regresi pada tiap waktu jeda. Perbandingan nilai korelasi tersebut juga ditambahkan dengan analisa nilai RMSE pada tiap waktu jeda. Hasil analisa tersebut akan menentukan metode dan waktu jeda terbaik yang dapat digunakan dalam melakukan prediksi curah hujan kumulatif bulanan setiap pos hujan. Hasil prediksi terbaik yang didapatkan berupa nilai korelasi terbesar antara curah hujan bulanan hasil observasi dengan curah hujan bulanan hasil prediksi pada jeda waktu tertentu. Waktu jeda terbaik dihasilkan pada nilai korelasi terbesar yang dihasilkan.

Hasil Prediksi Pos Hujan Popayato

Nilai korelasi antara curah hujan masing-masing metode prediksi terhadap curah hujan hasil observasi pada tiap-tiap waktu jeda di pos hujan Popayato akan ditampilkan pada Gambar 3 berikut



Gambar 3. Korelasi Curah Hujan Pos Hujan Popayato (Sumber : Hasil Penelitian, 2022)

Pada Gambar 3 di atas terlihat perbedaan pola nilai korelasi antara metode regresi berganda secara manual dengan metode regresi *stepwise* pada tiap waktu jeda di pos hujan Popayato. Pada metode regresi linier berganda secara manual terlihat bahwa nilai korelasi tertinggi terjadi pada waktu jeda (*time lag*) simultan. Metode regresi *stepwise* menunjukkan hasil yang berbeda dimana nilai korelasi tertinggi terjadi pada waktu jeda dua bulan. Nilai korelasi dan RMSE pada masing-masing metode pada tiap waktu jeda disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Korelasi dan RMSE Pos Hujan Popayato

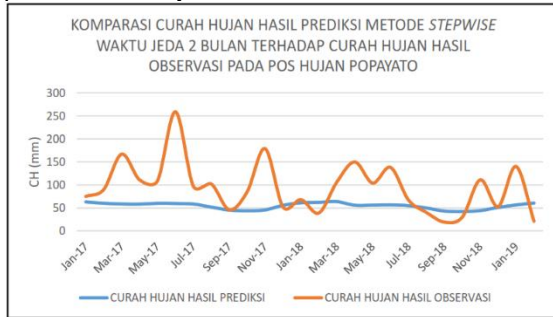
Metode	Lag 0		Lag 1		Lag 2		Lag 3	
	Corr	RMSE	Corr	RMSE	Corr	RMSE	Corr	RMSE
Stepwise	0,15	65,18	0,15	207,72	0,21	64,58	-0,05	71,94
Manual	0,11	63,69	0,16	63,86	-0,03	65,01	-0,09	63,44

Pada Tabel 1 menunjukkan nilai korelasi dan RMSE korelasi antara metode regresi berganda secara manual dengan metode regresi *stepwise* pada tiap waktu jeda di pos hujan Popayato. Berdasarkan pola nilai korelasi metode regresi linier berganda secara manual terlihat bahwa nilai korelasi tertinggi antara curah hujan bulanan hasil observasi dengan curah hujan bulanan hasil prediksi terjadi pada waktu jeda simultan dengan nilai korelasi 0,111. Nilai RMSE pada waktu jeda simultan pada metode regresi linier berganda secara manual yaitu 63,694. Nilai RMSE ini merupakan bukanlah nilai terendah, nilai terendah dari RMSE pada metode ini terjadi pada prediksi dengan waktu jeda tiga bulan dengan nilai 63,443.

Pada metode regresi *stepwise* pola nilai korelasi tertinggi antara curah hujan bulanan hasil observasi dengan curah hujan bulanan hasil prediksi terjadi pada waktu jeda dua bulan dengan nilai korelasi 0,205. Nilai RMSE pada waktu jeda simultan pada metode regresi *stepwise* secara manual yaitu 64,578. Nilai RMSE ini adalah nilai RMSE terbaik karena merupakan nilai RMSE terendah di antara prediksi pada waktu jeda yang lain.

Berdasarkan hasil perbandingan yang diperoleh berdasarkan nilai korelasi dan RMSE pada tiap waktu di pada pos hujan Popayato, maka metode prediksi curah hujan kumulatif bulanan terbaik yang dapat dipakai adalah metode regresi *stepwise* pada waktu jeda (*time lag*) dua bulan dan ditunjukkan pada Gambar 4. Hal ini ditunjukkan bahwa nilai korelasi tertinggi antara kedua metode terjadi pada metode regresi *stepwise* pada waktu jeda dua bulan.

Hal ini juga diperkuat dengan nilai RMSE terendah pada metode regresi *stepwise* pada periode waktu jeda dua bulan.

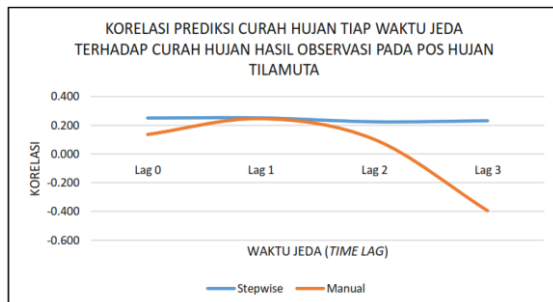


Gambar 4. Komparasi Curah Hujan Pos Hujan Popayato (Sumber : Hasil Penelitian, 2022)

Pada Gambar 4 ditunjukkan perbandingan curah hujan kumulatif bulanan hasil prediksi terbaik dengan curah hujan bulanan hasil observasi. Curah hujan bulanan hasil prediksi didapat menggunakan metode regresi *stepwise* dengan waktu jeda (*time lag*) 2 bulan. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa curah hujan hasil prediksi belum mampu mengikuti pola curah hujan observasi. Rentang nilai curah hujan hasil observasi lebih besar dibanding curah hujan hasil prediksi.

Hasil Prediksi Pos Hujan Tilamuta

Nilai korelasi antara curah hujan masing-masing metode prediksi terhadap curah hujan hasil observasi pada tiap-tiap waktu jeda di pos hujan Tilamuta akan ditampilkan pada **Gambar 5** berikut



Gambar 5. Korelasi Curah Hujan Pos Hujan Tilamuta (Sumber : Hasil Penelitian, 2022)

Pada **Gambar 5** di atas terlihat perbedaan pola nilai korelasi antara metode regresi berganda secara manual dengan metode regresi *stepwise* pada tiap waktu jeda di pos hujan Tilamuta. Pada metode regresi linier berganda secara manual terlihat bahwa nilai korelasi tertinggi terjadi pada waktu jeda (*time lag*) satu bulan. Metode regresi *stepwise* menunjukkan hasil yang berbeda di mana nilai korelasi pada tiap waktu jeda memiliki perbedaan yang sangat kecil, akan tetapi dapat dilihat bahwa nilai korelasi tertinggi terjadi pada waktu jeda simultan. Nilai korelasi dan RMSE

pada masing-masing metode pada tiap waktu jeda disajikan pada Tabel 2.

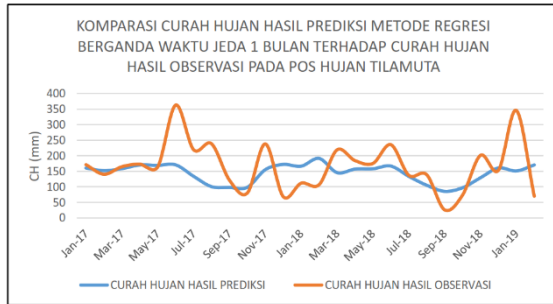
Tabel 2. Korelasi dan RMSE Pos Hujan Tilamuta

Metode	Lag 0		Lag 1		Lag 2		Lag 3	
	Corr	RMSE	Corr	RMSE	Corr	RMSE	Corr	RMSE
Stepwise	0,25	81,03	0,25	80,82	0,22	81,60	0,23	83,19
Manual	0,14	77,94	0,26	74,42	-0,10	75,71	-0,40	77,12

Tabel 2 menunjukkan nilai korelasi dan RMSE korelasi antara metode regresi berganda secara manual dengan metode regresi *stepwise* pada tiap waktu jeda di pos hujan Tilamuta. Berdasarkan pola nilai korelasi metode regresi linier berganda secara manual terlihat bahwa nilai korelasi tertinggi antara curah hujan bulanan hasil observasi dengan curah hujan bulanan hasil prediksi terjadi pada waktu jeda satu bulan dengan nilai korelasi 0,246. Nilai RMSE pada waktu jeda simultan pada metode regresi linier berganda secara manual yaitu 74,417. Nilai RMSE ini merupakan nilai terendah yang terjadi.

Pada metode regresi *stepwise* pola nilai korelasi tertinggi antara curah hujan bulanan hasil observasi dengan curah hujan bulanan hasil prediksi terjadi pada waktu jeda satu bulan dengan nilai korelasi 0,251. Nilai RMSE pada waktu jeda simultan pada metode regresi *stepwise* secara manual yaitu 80,816. Nilai RMSE ini adalah nilai RMSE terbaik karena merupakan nilai RMSE terendah di antara prediksi pada waktu jeda yang lain.

Berdasarkan hasil perbandingan yang diperoleh berdasarkan nilai korelasi dan RMSE pada tiap waktu di pada pos hujan Tilamuta, maka metode prediksi curah hujan kumulatif bulanan terbaik yang dapat dipakai adalah metode regresi linier berganda secara manual pada waktu jeda (*time lag*) satu bulan dan ditunjukkan pada **Gambar 6**. Hal ini ditunjukkan bahwa nilai korelasi tertinggi antara kedua metode terjadi pada metode regresi linier berganda secara manual pada waktu jeda (*time lag*) satu bulan. Hal ini juga diperkuat dengan nilai RMSE terendah pada metode linier berganda secara manual pada periode waktu jeda satu bulan. Pertimbangan pemilihan metode prediksi curah hujan kumulatif bulanan menggunakan regresi linier berganda dibandingkan metode regresi *stepwise* selain dari segi nilai korelasi dan RMSE adalah pola nilai korelasi pada metode regresi *stepwise* pada tiap waktu jeda tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

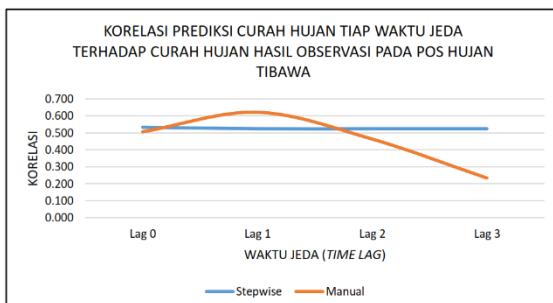


Gambar 6. Komparasi Curah Hujan Pos Hujan Tilamuta (Sumber : Hasil Penelitian, 2022)

Pada Gambar 6 ditunjukkan perbandingan curah hujan kumulatif bulanan hasil prediksi terbaik dengan curah hujan bulanan hasil observasi. Curah hujan bulanan hasil prediksi didapat menggunakan metode regresi linier berganda secara manual pada waktu jeda (*time lag*) satu bulan. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa curah hujan hasil prediksi belum mampu mengikuti pola curah hujan observasi. Rentang nilai curah hujan hasil observasi lebih besar dibanding curah hujan hasil prediksi.

Hasil Prediksi Pos Hujan Tibawa

Nilai korelasi antara curah hujan masing-masing metode prediksi terhadap curah hujan hasil observasi pada tiap-tiap waktu jeda di pos hujan Tibawa akan ditampilkan pada **Gambar 7** berikut



Gambar 7. Korelasi Curah Hujan Pos Hujan Tibawa (Sumber : Hasil Penelitian, 2022)

Pada Gambar 7 di atas terlihat perbedaan pola nilai korelasi antara metode regresi berganda secara manual dengan metode regresi *stepwise* pada tiap waktu jeda di pos hujan Tibawa. Pada metode regresi linier berganda secara manual terlihat bahwa nilai korelasi tertinggi terjadi pada waktu jeda (*time lag*) satu bulan. Metode regresi *stepwise* menunjukkan hasil nilai korelasi tertinggi terjadi pada waktu jeda simultan. Nilai korelasi dan RMSE pada masing-masing metode pada tiap waktu jeda disajikan pada Tabel 3.

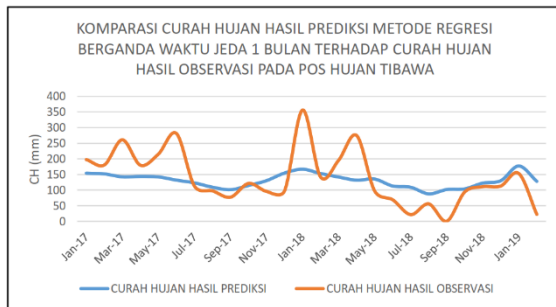
Tabel 3. Korelasi dan RMSE Pos Hujan Tibawa

Metode	Lag 0		Lag 1		Lag 2		Lag 3	
	Corr	RMSE	Corr	RMSE	Corr	RMSE	Corr	RMSE
Stepwise	0,53	81,15	0,52	81,04	0,52	80,41	0,52	91,10
Manual	0,51	81,21	0,62	77,42	0,46	78,78	0,23	77,47

Tabel 3 menunjukkan nilai korelasi dan RMSE korelasi antara metode regresi berganda secara manual dengan metode regresi *stepwise* pada tiap waktu jeda di pos hujan Tibawa. Berdasarkan pola nilai korelasi metode regresi linier berganda secara manual terlihat bahwa nilai korelasi tertinggi antara curah hujan bulanan hasil observasi dengan curah hujan bulanan hasil prediksi terjadi pada waktu jeda satu bulan dengan nilai korelasi 0,621. Nilai RMSE pada waktu jeda simultan pada metode regresi linier berganda secara manual yaitu 77,422. Nilai RMSE ini merupakan nilai terendah yang terjadi.

Pada metode regresi *stepwise* pola nilai korelasi tertinggi antara curah hujan bulanan hasil observasi dengan curah hujan bulanan hasil prediksi terjadi pada waktu jeda simultan dengan nilai korelasi 0,533. Nilai RMSE pada waktu jeda simultan pada metode regresi *stepwise* secara manual yaitu 81,147. Nilai RMSE tersebut bukan merupakan nilai terendah yang terjadi. Nilai RMSE terendah pada prediksi CH kumulatif bulanan dengan metode regresi *stepwise* terjadi pada waktu jeda dua bulan dengan nilai 80,414.

Berdasarkan hasil perbandingan yang diperoleh berdasarkan nilai korelasi dan RMSE pada tiap waktu di pada pos hujan Tibawa, maka metode prediksi curah hujan kumulatif bulanan terbaik yang dapat dipakai adalah metode regresi linier berganda secara manual pada waktu jeda (*time lag*) satu bulan. Hal ini ditunjukkan bahwa nilai korelasi tertinggi antara kedua metode terjadi pada metode regresi linier berganda secara manual pada waktu jeda (*time lag*) satu bulan dan ditunjukkan pada Gambar 8. Hal ini juga diperkuat dengan nilai RMSE terendah pada metode regresi linier berganda secara manual pada periode waktu jeda satu bulan. Pertimbangan pemilihan metode prediksi curah hujan kumulatif bulanan menggunakan regresi linier berganda dibandingkan metode regresi *stepwise* selain dari segi nilai korelasi dan RMSE adalah pola nilai korelasi pada metode regresi *stepwise* pada tiap waktu jeda tidak memiliki perbedaan yang signifikan.



Gambar 8. Komparasi Curah Hujan Pos Hujan Tibawa (Sumber : Hasil Penelitian, 2022)

Pada Gambar 8 ditunjukkan perbandingan curah hujan kumulatif bulanan hasil prediksi terbaik dengan curah hujan bulanan hasil observasi. Curah hujan bulanan hasil prediksi didapat menggunakan metode regresi linier berganda secara manual pada waktu jeda (*time lag*) satu bulan. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa curah hujan hasil prediksi memiliki pola curah hujan yang sedikit menyerupai pola curah hujan observasi. Rentang nilai curah hujan hasil observasi lebih besar dibanding curah hujan hasil prediksi.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Hubungan antara curah hujan kumulatif bulanan, suhu muka laut, dan air mampu curah pada wilayah perwakilan sangat bervariasi pada tiap titik perwakilan pos hujan. Hal ini terlihat dari nilai korelasi antara curah hujan bulanan observasi dengan curah hujan bulanan prediksi pada jeda waktu tertentu pada tiap wilayah perwakilan.

Hasil prediksi curah hujan kumulatif bulanan menggunakan metode regresi linier berganda pada waktu jeda simultan (0 bulan), 1,2 dan 3 bulan memiliki akurasi yang bervariasi tiap waktu jeda. Akurasi terbaik pada metode ini ditunjukkan pada waktu jeda simultan 1 dan 2 bulan. Hal ini ditunjukkan dari nilai RMSE terendah pada metode ini terjadi pada waktu jeda simultan 1 dan 2 bulan. Metode ini juga memperlihatkan perbedaan akurasi hasil prediksi pada tiap waktu jeda. Pada metode regresi *stepwise* juga menunjukkan nilai beragam pada waktu jeda simultan 1, 2 dan 3 bulan. Akurasi terbaik pada metode ini ditunjukkan pada waktu jeda simultan hingga 2 bulan. Hal ini ditunjukkan dari nilai RMSE terendah pada metode ini terjadi pada waktu jeda simultan, 1, dan 2 bulan. Metode ini juga dapat menunjukkan perbedaan nilai RMSE secara jelas antara tiap waktu jeda, tetapi memiliki pola hasil nilai korelasi antara nilai korelasi antara curah hujan bulanan hasil observasi dengan curah hujan bulanan hasil prediksi yang kurang signifikan tiap waktu jeda.

Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya ialah penggunaan prediktor tambahan seperti angin untuk meningkatkan akurasi prediksi curah hujan kumulatif bulanan. Selain itu, perlu dilakukan penelitian lanjutan terhadap akurasi prediksi curah hujan bulanan pada daerah NON ZOM (Zona Musim) dan membandingkan hasilnya dengan akurasi prediksi curah hujan kumulatif bulanan pada daerah ZOM (Zona Musim).

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami ucapkan kepada Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika terkhususnya Stasiun Klimatologi Gorontalo yang telah memberikan sumbangsih data dan dukungan untuk penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Aldrian, E. (2008). *Meteorologi Laut Indonesia*. Puslitbang BMKG. <https://www.researchgate.net/publication/305809658>
- Allan, R. P., Willett, K. M., John, V. O., & Trent, T. (2022). Global Changes in Water Vapor 1979–2020. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 127(12). <https://doi.org/10.1029/2022JD036728>
- Bayong, T. H. (2004). *Klimatologi* (Kedua). ITB. <http://opac.lib.unlam.ac.id/id/opac/detail.php?q1=551.5&q2=Bay&q3=K&q4=->
- BMKG. (2022). *Prakiraan Musim Hujan 2022/2023 di Indonesia*. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Chai, T., & Draxler, R. R. (2014). Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)? – Arguments against avoiding RMSE in the literature. *Geosci. Model Dev.*, 7(3), 1247–1250. <https://doi.org/10.5194/gmd-7-1247-2014>
- Ghozali, I. (2016). *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program IBM SPSS 23* (8th ed.). Universitas Diponegoro.
- Gordon, N., & Shaykewich, J. (2000). *Guidelines for Performance Assessment of Public Weather Services*.
- Hendon, H. H. (2003). *Indonesian Rainfall Variability: Impacts of ENSO and Local Air-Sea Interaction*.
- Hodnebrog, Ø., Myhre, G., Samset, B. H., Alterskjær, K., Andrews, T., Boucher, O., Faluvegi, G., Fläschner, D., Forster, P. M., Kasoar, M., Kirkevåg, A., Lamarque, J.-F., Olivié, D., Richardson, T. B., Shawki, D., Shindell, D., Shine, K. P., Stier, P., Takemura, T., ... Watson-Parris, D. (2019). Water vapour adjustments and responses differ between climate drivers.

Atmospheric Chemistry and Physics,
19(20), 12887–12899.
<https://doi.org/10.5194/acp-19-12887-2019>

- Setiawan, P., Agus, H., Sugiarto, T., & Hasnaeni. (2006). Estimasi Air Mampu Curah Menggunakan Data Modis Sebagai Informasi Cuaca Spasial Di Pulau Jawa. *Jurnal Penginderaan Jauh Dan Pengolahan Data Citra Digital*, 3(1), 64–76.
https://jurnal.lapan.go.id/index.php/jurnal_inderaja/article/view/500
- Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (1987). *Hidrologi Untuk Pengairan* (6th ed.). Pradnya Paramita.
- Sucahyono, S., & Ribudiyanto, K. (2013). *Cuaca dan Iklim Ekstrim di Indonesia* (1st ed.). Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Sugiyono. (2016). *METODE PENELITIAN KUANTITATIF, KUALITATIF DAN R&D*. Alfabeta.
- Susilawati, M., Komang, I., Sukarsa, K., Ayu, I., & Krisna, H. (2012). *PERBANDINGAN REGRESI BERTATAR (STEPWISE REGRESSION) DAN REGRESI KOMPONEN UTAMA (RKU) DALAM MENGATASI MULTIKOLINIERITAS PADA MODEL REGRESI LINIER BERGANDA*.
- Swarinoto, Y. S., Koesmaryono, Y., Aldrian, E., & Wigena, A. H. (2013). PENGARUH TIME LAG SML SEBAGAI PREDIKTOR DALAM MODEL SISTEM PREDIKSI ENSEMBLE PEMBOBOT PRAKIRAAN HUJAN BULANAN DI KABUPATEN INDRAMAYU. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 14(1).
<https://doi.org/10.31172/jmg.v14i1.144>
- Walpole, R. E. (Ronald E. (1982). *Introduction to statistics* (3rd ed.). Macmillan.
- Wohon, S. C., Hatidja, D., & Nainggolan, N. (2017). PENENTUAN MODEL REGRESI TERBAIK DENGAN MENGGUNAKAN METODE STEPWISE (STUDI KASUS : IMPOR BERAS DI SULAWESI UTARA). *JURNAL ILMIAH SAINS*, 17(2), 80.
<https://doi.org/10.35799/jis.17.2.2017.168>