

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima : 09-Januari-2022

Disetujui : 30-Januari-2022

GEOGRAFI

PERBANDINGAN NILAI ESTIMASI CURAH HUJAN PENYEBAB BANJIR MENGGUNAKAN METODE CST DAN MCST**Rayhan Rinanto¹, Aditya Mulya²**¹⁻² Program Studi Meteorologi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika(✉) rayhan.rinanto@stmkg.ac.id¹**ABSTRAK**

Bencana hidrometeorologi seperti banjir sudah umum terjadi di wilayah BMI (Benua Maritim Indonesia). Salah satu kasusnya, terjadinya pada 2 kecamatan di Kabupaten Kudus tanggal 1 Februari 2021. Akan tetapi, keterbatasan alat menjadi kendala untuk mengukur intensitas curah hujan yang turun dan sangat sulit untuk mendeteksi jenis awan penyebab hujannya. Maka dari itu, metode estimasi curah hujan menggunakan metode CST dan mCST dimanfaatkan untuk mengetahui hasil estimasi curah hujan serta bagaimana perbandingan kedua metode tersebut. Data yang digunakan adalah data Satelit Himawari-8 beserta data pendukung dari Pos Hujan BMKG yang berada di sekitar lokasi penelitian. Data tersebut kemudian diolah menggunakan *Google Colaboratory* dan dianalisa secara kuantitatif. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa korelasi nilai estimasi curah hujan menggunakan metode CST dan mCST terhadap nilai curah hujan data observasi pada ketiga wilayah lokasi penelitian memiliki nilai yang sangat rendah. Selain itu, presipitasi yang terjadi cenderung disebabkan oleh awan stratiform (*Dense Cirrus*).

Kata Kunci: *Banjir; CST; mCST; Himawari 8.***ABSTRACT**

*Hydrometeorological disasters such as general flooding have occurred in the BMI (Indonesian Maritime Continent) area. One of the cases occurred in 2 sub-districts in Kudus Regency on February 1, 2021. However, limited tools were an obstacle to measuring the falling rainfall and it was very difficult to detect the clouds that caused the rain. Therefore, the rainfall estimation method using the CST and mCST methods is used to find out the results of the rainfall estimation and how to compare the two methods. The data used is Himawari-8 Satellite data along with supporting data from the BMKG Rain Post around the research location. The data is then processed using Google Collaboratory and analyzed quantitatively. The results of this study indicate that the correlation of the value of the estimated rainfall using the CST and mCST methods to the rainfall value of the observation data in the three research areas has a very low value. In addition, the precipitation that occurs tends to be caused by stratiform clouds (*Dense Cirrus*).*

Keywords: *Flood; CST; mCST; Himawari 8.***PENDAHULUAN**

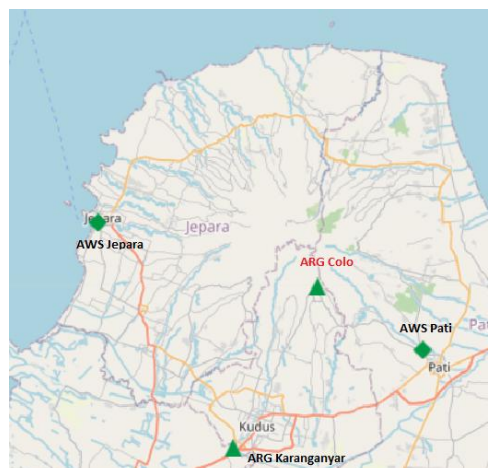
Banjir adalah peristiwa di mana air menggenangi suatu wilayah karena tingginya aliran sungai. Banjir dapat diketahui dengan mengukur probabilitas terjadinya kerusakan (risiko

banjir), atau dampaknya terhadap masyarakat (Dewi, 2007 dalam Arif dkk., 2017). Hujan dengan intensitas tinggi dan berlangsung lama menjadi faktor utama penyebab banjir. Selain itu, banjir juga dapat disebabkan karena lemahnya

pengawasan terhadap penggunaan lahan (*landuse*) pada wilayah rentan bencana banjir (Hamdani dkk., 2016). Kasus bencana banjir baru-baru ini terjadi di wilayah Kabupaten Kudus pada tanggal 1 Februari 2021. Banjir yang terjadi di wilayah Kabupaten Kudus ini menggenangi 5 desa di 2 kecamatan. Banjir yang terjadi dikarenakan limpasan dari Sungai Wulan akibat hujan dengan skala sedang hingga lebat. Ketinggian banjir yang melanda 5 desa tersebut berkisar antara 20 – 120 cm dan berdampak pada 283 rumah dan 337 KK. Keterbatasan alat penakar hujan pada wilayah Kabupaten Kudus menjadi kendala dalam mengetahui intensitas curah hujan yang dianggap menjadi faktor penyebab terjadinya banjir. Oleh karena itu, digunakan metode CST (*Convective Stratiform Technique*) dan mCST (*Modified Convective Stratiform Technique*) untuk mengetahui estimasi curah hujan yang turun. Metode CST merupakan metode yang mampu melakukan estimasi curah hujan serta membedakan awan konvektif dan stratiform yang menjadi penyebab hujan tersebut (Adler, 1988). Sedangkan metode mCST adalah modifikasi dari metode CST yang disesuaikan dengan kondisi wilayah Indonesia. Modifikasi CST menjadi mCST dimulai dengan mengganti parameter kemiringan (S) yang menggunakan data IR dengan indeks variabilitas (VI) yang menggunakan data PMW (*passive microwave*) (Endarwin dkk., t.t.). Kemudian memodifikasi nilai intensitas curah hujan dari awan konvektif (R_c) dan stratiform (R_s) serta nilai cakupan area rata-rata yang dilingkupi oleh piksel (A) (Diniyati & Mulya, 2021). Dari kedua metode ini kemudian akan dibandingkan nilainya dengan data dari pos hujan di masing-masing lokasi penelitian guna mendapatkan hasil apakah kedua metode tersebut bisa merepresentasikan curah hujan penyebab banjir di Kabupaten Kudus tanggal 1 Februari 2021.

METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian Bencana Banjir di Kab. Kudus (Sumber: BMKG).

Menurut sumber yang dilansir (BNPB dan Detik.com), telah terjadi peristiwa banjir di 2 kecamatan pada Kabupaten Kudus tanggal 1 Februari 2021. Wilayah yang terdampak banjir adalah empat desa di Kecamatan Kaliwungu, yaitu Desa Setrokalangan, Desa Garung Kidul, Desa Kedungdawa, dan Desa Banget. Serta satu desa di Kecamatan Jati, yaitu Desa Jati Wetan. Wilayah yang dikaji pada penelitian ini ada tiga, yaitu pada pos hujan ARG Karanganyar Demak (-6.840852,110.810793), AWS Jepara (-6.59639,110.6606) dan AWS Pati (-6.734057,111.020859). Pos Hujan ARG Colo tidak dipakai karena ketersediaan datanya yang tidak lengkap.

B. Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data Satelit Himawari 8 band 13 kanal IR (inframerah) untuk mengetahui time series suhu puncak awan, fase matang awan dan sebagai data input ke dalam *script Google Collaboratory* pada tanggal 30 Januari 2021 selama 24 jam. Data tersebut diperoleh dari BMKG menggunakan software Filezilla yang kemudian diolah menggunakan software Sataid GSMLPD dan GRADs. Selanjutnya, digunakan data curah hujan dari alat AWS dan ARG (*Automatic Rain Gauge*) Pos Hujan BMKG di wilayah sekitar Kabupaten Kudus. Data curah hujan meliputi data dari ARG Karanganyar, AWS Jepara dan AWS Pati. Data ARG wilayahnya cukup dekat dengan lokasi banjir.

Sedangkan data AWS di Jepara dan Pati digunakan sebagai pembanding, apakah pada wilayah tersebut penggunaan metode CST dan mCST cukup representatif untuk mengestimasi nilai curah hujan.

C. Metode

Metode yang digunakan untuk mendeteksi sebaran awan menggunakan 2 metode, yaitu metode RGB (Red, Green, Blue) dan metode SWA (*Split Windows Algorithm*). Metode RGB merupakan metode yang memanfaatkan beberapa gambar spektral berdasarkan penetapan warna merah, hijau dan biru (tiga warna utama cahaya) ke gambar satelit dan penerapan representasi warna berdasarkan campuran warna aditif (Akihiro, 2020). Peningkatan citra menggunakan metode RGB, memanfaatkan software GRADs. Sedangkan, metode SWA adalah suatu algoritma sederhana untuk mengklasifikasikan water and ice clouds dengan menggunakan data satelit. Pengklasifikasian awan dipertimbangkan menurut distribusi spasial dari suhu kecerahan (BT) dan perbedaan suhu kecerahan (BTD) dari pita inframerah termal (Purbantoro dkk., 2018). Pengolahan data satelit Himawari 8 menggunakan metode SWA, memanfaatkan software SATAID.

Kemudian metode yang digunakan untuk estimasi curah hujan pada penelitian ini adalah metode CST dan mCST. Estimasi nilai curah hujan metode ini dilakukan menggunakan software *Google Collaboratory* yang menggunakan dasar bahasa pemrograman Python. Metode CST dan mCST memiliki langkah-langkah seperti berikut :

1. Penentuan inti konvektif.
2. Pemisahan awan konvektif dan stratiform. Dihitung dengan menghitung slope parameter (S) berdasarkan rumus (Islam, t.t.) :

$$S = k (T_{i-1,j-1} + T_{i-1,j} + T_{i+1,j+1} + T_{i+1,j} + T_{i,j-1} + T_{i,j+1} + T_{i+1,j-1} + T_{i-1,j+1} - 8T_{i,j})$$

Keterangan :
 k = Konstanta 0,125 (konstanta dari sekitar delapan titik yang akan diestimasi).
 T = Suhu kecerahan awan (K)
 i,j = Posisi nilai piksel yang akan dihitung

Pemisahan inti awan konvektif dilakukan menggunakan rumus (Goldenberg dkk, 1990) :

$$S' \geq \exp [0.0826 (T_{min} - 207)]$$

Jika S' lebih dari S maka merupakan inti awan stratiform, kemudian jika S lebih dari S' maka merupakan inti awan konvektif.

3. Penentuan luas dari wilayah presipitasi. Untuk luas wilayah presipitasi awan konvektif menggunakan persamaan (Goldenberg dkk, 1990):

$$\ln(Ac) = a T_{ci} + b \quad (3)$$

Sedangkan untuk awan stratiform menggunakan persamaan :

$$\ln(As) = a T_s + b \quad (4)$$

Keterangan :

$$a = -0.0492$$

$$b = 15.27$$

Ac = luasan cakupan area hujan dari awan konvektif (km²).

As = luasan cakupan area hujan dari awan stratiform (km²).

T_{ci} = suhu puncak awan pada inti awan konvektif ke-i (K).

T_s = suhu puncak awan stratiform (K).

4. Penentuan estimasi
 CH (mm) Awan Konvektif = C(AC/A)
 TR_c
 CH (mm) Awan Stratiform = St (As/A)
 TR_s

Keterangan :

C = bilangan sel konvektif

St = bilangan sel stratiform

Ac = luasan cakupan area hujan dari awan konvektif (km²)

As = luasan area hujan dari awan stratiform (km²)

A = rata-rata area yang dilingkupi piksel (km²) = 121 km²

T = rata-rata periode/waktu estimasi (jam)

R_c = Banyaknya curah hujan dari awan konvektif (mm/jam) = 20 mm/jam

R_s = Banyaknya curah hujan dari awan stratiform (mm/jam) = 3,5 mm/jam

Untuk metode mCST perhitungannya sama seperti pada metode CST namun nilai Rc dimodifikasi menjadi 26 mm/jam, nilai Rs dimodifikasi menjadi 0,8 mm/jam dan nilai A dimodifikasi menjadi 202,1243 km².

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Citra Satelit Himawari 8

1. Time Serries Suhu Puncak Awan

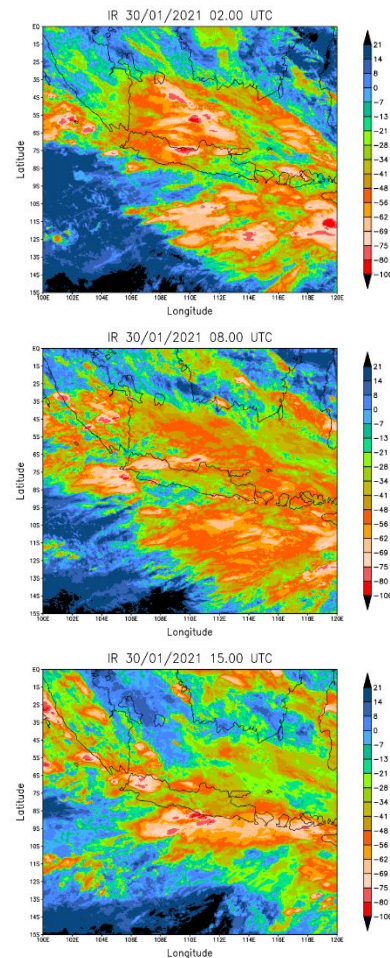


Gambar 2 Time Serries Profil Suhu Puncak Awan.

Gambar di atas menunjukkan time series profil suhu puncak awan di Kabupaten Kudus selama 24 jam pada tanggal 30 Januari 2021. Grafik ke atas menunjukkan penurunan suhu dan grafik ke bawah menunjukkan kenaikan suhu. Fase matang ditandai dengan suhu puncak awan sebesar -40°C yang mana suhu tersebut akan meningkat seiring waktu seiring dengan berubahnya partikel es dalam awan menjadi partikel air (hujan) (Putri dkk., 2018). Berdasarkan analisis time series dapat dilihat suhu puncak awan pada sekitar pukul 00.30 UTC, suhu puncak awan sudah mencapai -40°C, yang menandakan bahwa awan pada waktu tersebut telah mencapai fase matang. Suhu Puncak awan dari pukul 00.00 - 16.00 UTC, berada pada kisaran -40°C – 60°C. Kemudian, awan mengalami disipasi pada sekitar pukul 16.30 – 18.00 UTC yang ditandai dengan kenaikan suhu hingga hampir mencapai 0°C. Setelah itu, suhu puncak awan kembali turun.

2. Sebaran Awan Konvektif

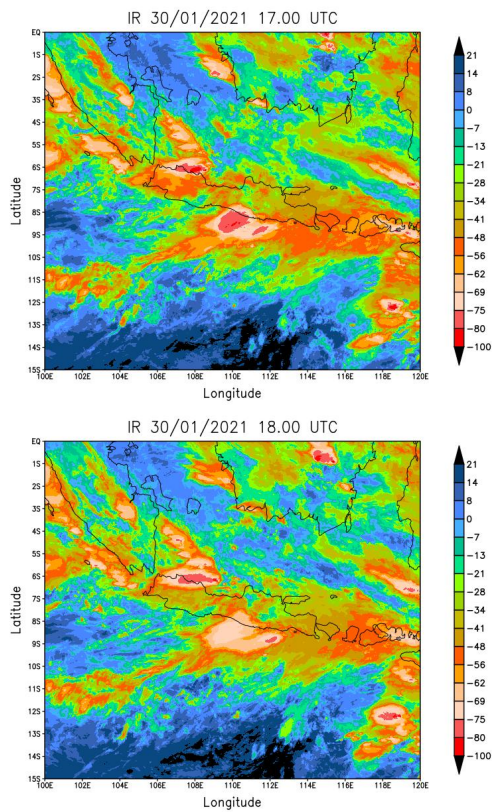
Fase Matang



Gambar 3 Sebaran Awan di Sekitar Kudus Saat Fase Matang.

Gambar di atas adalah sebaran awan saat fase matang di sekitar Kabupaten Kudus pada pukul 02.00, 08.00 dan 15.00 UTC. Waktu tersebut diambil berdasarkan suhu puncak awan terendah dari (Gambar 2). Terlihat bahwa pusat awan konvektif cenderung tidak berada di atas wilayah Kabupaten Kudus, melainkan berada di sebelah barat hingga utara wilayah Kabupaten Kudus. Awan yang menutupi langit di Kabupaten Kudus cenderung berjenis awan Dense Cirrus, atau awan cirrus yang terjadi karena puncaknya tertiuip angin atau terdisipasi karena telah mencapai tropopause.

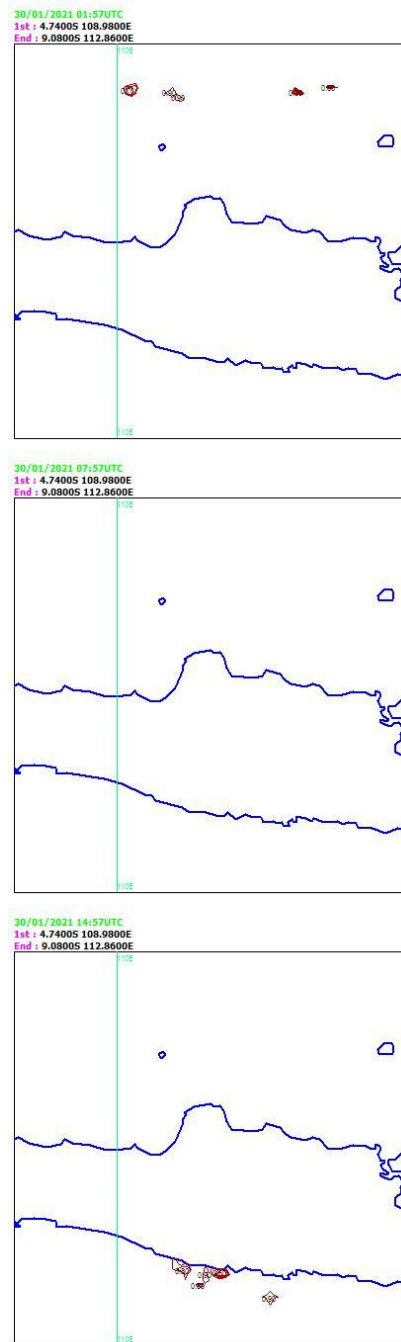
Fase Disipasi



Gambar 4 Sebaran Awan di Sekitar Kudus Saat Fase Disipasi.

Pada pukul 17.00 UTC, awan yang menutupi wilayah Kabupaten Kudus sebelumnya terlihat sudah mulai meluruh. Suhu puncak awannya berada pada kisaran -13 hingga -56°C. Kemudian pada pukul 18.00 UTC, awan yang berada di sekitar wilayah Kabupaten Kudus semakin menipis atau menghilang. Suhu puncak awannya berkisar antara 0 hingga -34°C. Kondisi langit Kabupaten Kudus pada waktu tersebut cenderung cerah berawan.

3. Sebaran Awan Menggunakan Metode SWA High CB

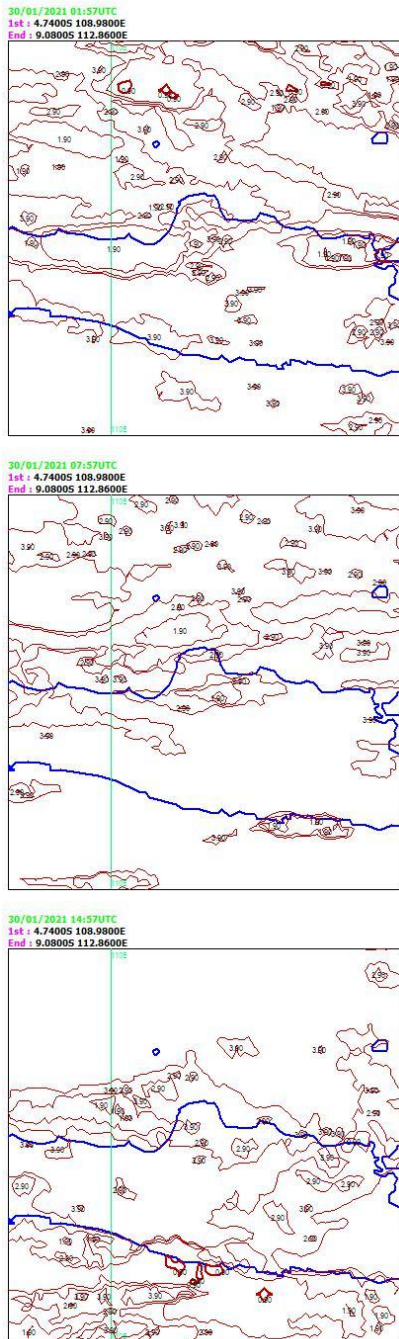


Gambar 5 Sebaran Awan High CB Pada Pukul 02.00, 08.00 dan 15.00 UTC Tanggal 30 Januari 2021.

Pada saat fase awan matang, terlihat pada pukul 02.00 UTC terdapat sekumpulan awan high CB (CB yang puncaknya mencapai lapisan tropopause) di wilayah utara Kabupaten Kudus. Kemudian pada pukul 08.00 UTC, tidak terlihat ada objek awan high CB pada peta. Sedangkan pada pukul 15.00 UTC, awan high CB terlihat di sebelah selatan Kabupaten Kudus. Tidak terdapat

awan high CB pada wilayah Kabupaten Kudus selama fase awan matang.

Dense Cirrus



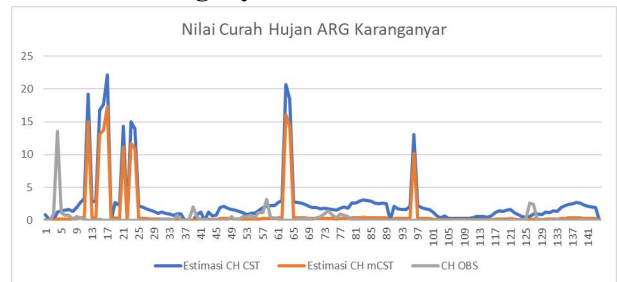
Gambar 6 Sebaran Awan Dense Cirrus Pada Pukul 02.00, 08.00 dan 15.00 UTC Tanggal 30 Januari 2021.

Pada fase awan matang, terlihat bahwa pada pukul 02.00, 08.00 dan 15.00 UTC. Wilayah Kabupaten Kudus tertutupi oleh awan Dense Cirrus. Awan Dense Cirrus adalah awan Cirrus (Ci)

tebal yang terbentuk akibat luruhan puncak awan Cumulonimbus (Cb). Dari gambar 6, terlihat bahwa penyebab hujan di wilayah Kabupaten Kudus tanggal 30 Januari 2021 adalah awan Dense Cirrus.

B. Analisis Estimasi Curah Hujan

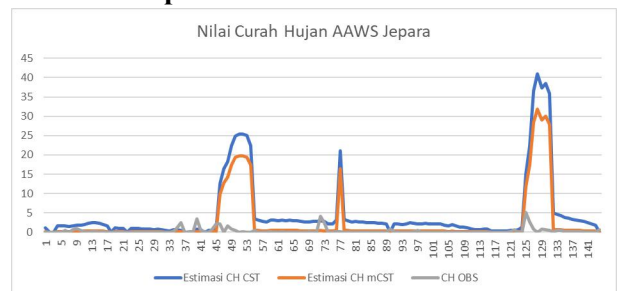
1. ARG Karanganyar



Gambar 7 Perbandingan Nilai Curah Hujan CST, mCST dan ARG Karanganyar.

Nilai Curah Hujan pada Pos Hujan ARG Karanganyar digambarkan dengan garis berwarna abu-abu. Jika dilihat melalui grafik time series dengan lag 10 menit selama 24 jam, Nilai curah hujannya cenderung berlawanan dengan metode CST dan mCST. Selain itu, nilai estimasi curah hujan metode CST lebih tinggi jika dibandingkan dengan metode mCST. Dari hasil running Google Collaboratory dan pengolahan data menggunakan Excel, didapatkan bahwa nilai curah hujan yang cenderung tinggi, disebabkan oleh awan konvektif. Sedangkan nilai curah hujan yang cenderung rendah, disebabkan oleh awan stratiform. Jadi dapat dilihat bahwa hujan yang terjadi di wilayah Pos Hujan ARG Karanganyar, sebagian besar disebabkan oleh awan stratiform.

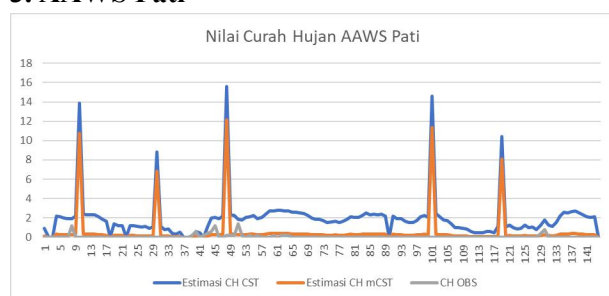
2. AAWS Jepara



Gambar 8 Perbandingan Nilai Curah Hujan CST, mCST dan AAWS Jepara.

Nilai Curah Hujan pada AAWS Jepara digambarkan dengan garis berwarna abu-abu. Jika dilihat melalui grafik time series dengan lag 10 menit selama 24 jam, Nilai curah hujannya cenderung sedikit selaras dengan metode CST dan mCST. Selain itu, juga didapatkan hasil nilai estimasi curah hujan metode CST yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode mCST. Kemudian, hujan yang terjadi di wilayah AAWS Jepara sebagian besar disebabkan oleh awan stratiform.

3. AAWS Pati



Gambar 9 Perbandingan Nilai Curah Hujan CST, mCST dan AAWS Pati.

Nilai Curah Hujan pada AAWS Pati digambarkan dengan garis berwarna abu-abu. Jika dilihat melalui grafik time series dengan lag 10 menit selama 24 jam, Nilai curah hujannya cenderung sangat sedikit selaras dengan metode CST dan berbanding terbalik dengan metode mCST. Selain itu, didapatkan hasil nilai estimasi curah hujan metode CST yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode mCST seperti pada dua wilayah sebelumnya. Kemudian, hujan yang terjadi di wilayah AAWS Pati sebagian besar disebabkan oleh awan stratiform.

Tabel 1 Perbandingan Nilai Korelasi Pada Tiap Lokasi Pengamatan.

	Estimasi CH CST	Estimasi CH mCST
ARG Karanganyar	-0.076509113	-0.069160931
AAWS Jepara	0.191859307	0.201995059
AAWS Pati	0.014542979	-0.007308777

Dari tabel 1, didapatkan hasil bahwa pada ketiga lokasi penelitian, yakni pada Pos Hujan ARG Karanganyar, AAWS Jepara dan AAWS Pati memiliki nilai korelasi yang sangat rendah

terhadap hasil estimasi metode CST maupun mCST. Interpretasi nilai korelasi dapat dilihat pada Tabel 2. Pada Pos Hujan ARG Karanganyar, terlihat bahwa hasil korelasinya menunjukkan nilai negatif pada kedua metode. Kemudian pada AAWS Pati, juga menunjukkan nilai korelasi negatif pada metode mCST.

Tabel 2 Interpretasi nilai koefisien korelasi

Inerval Koefisien	Tingkat Hubungan
0	Tidak berkorelasi
0.01-0.20	Sangat Rendah
0.21-0.40	Rendah
0.41-0.60	Agak Rendah
0.61-0.80	Cukup
0.81-0.99	Tinggi
1	Sangat Tinggi

(Sumber: Wijayanto, 2008).

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hujan yang menjadi penyebab banjir di wilayah Kabupaten Kudus tanggal 1 Februari 2021 didominasi oleh presipitasi dari awan stratiform (Dense Cirrus) yang terjadi secara terus menerus.
2. Nilai estimasi curah hujan menggunakan metode mCST menunjukkan hasil yang lebih rendah dari metode CST.
3. Perbandingan nilai korelasi curah hujan pada tiga lokasi pengamatan, yaitu Karanganyar, Jepara dan Pati menunjukkan ketiganya memiliki nilai korelasi yang sangat rendah terhadap nilai estimasi curah hujan metode CST dan mCST. Pada wilayah Jepara, memiliki nilai korelasi yang sedikit lebih bagus dibandingkan dua lokasi penelitian yang lain karena korelasinya terhadap kedua metode estimasi curah hujan bernilai positif, walaupun sangat rendah. Nilai korelasi yang sangat rendah ini bisa jadi disebabkan karena ketersediaan data yang tidak sepenuhnya lengkap pada lag 10 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Akihiro, S. (2020). Introduction to Himawari-8 RGB composite imagery. 65, 42.
- Arif, D. A., Giyarsih, S. R., & Mardiatna, D. (2017). Kerentanan Masyarakat Perkotaan terhadap Bahaya Banjir di Kelurahan Legok, Kecamatan Telanipura, Kota Jambi. *Majalah Geografi Indonesia*, 31(2), 79. <https://doi.org/10.22146/mgi.29779>
- Diniyati, E., & Mulya, A. (2021). Analisis perbandingan metode CST dan MCST terhadap curah hujan observasi saat banjir. *Jurnal Ilmiah Matematika*, 8(1), 1. <https://doi.org/10.26555/konvergensi.v8i1.21459>
- Goldenbergl, S. B., Houze Jr, R. A., & Churchill, D. D. (1990). Convective and stratiform components of a winter monsoon cloud cluster determined from geosynchronous infrared satellite data. *Journal of the Meteorological Society of Japan. Ser. II*, 68(1), 37-63.
- Hadi, S., Hk, B. T., & Gunawan, D. (t.t.). Modified Convective Stratiform Technique (CSTm) Performance on Rainfall Estimation in Indonesia. 18.
- Hamdani, H., Permana, S., & Susetyaningsih, A. (2016). ANALISA DAERAH RAWAN BANJIR MENGGUNAKAN APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (STUDI KASUS PULAU BANGKA). *Jurnal Konstruksi*, 12(1). <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.12-1.283>
- Islam, N. (t.t.). Application of a Method to Estimate Rainfall in Bangladesh Using GMS-5 Data. 7.
- Purbantoro, B., Aminuddin, J., Manago, N., Toyoshima, K., Lagrosas, N., Sumantyo, J. T. S., & Kuze, H. (2018). Comparison of Cloud Type Classification with Split Window Algorithm Based on Different Infrared Band Combinations of Himawari-8 Satellite. *Advances in Remote Sensing*, 07(03), 218–234. <https://doi.org/10.4236/ars.2018.73015>
- Putri, A. R., Hearttiana, V., & Kristianto, A. (2018). Evolusi Awan Cumulonimbus Saat Hujan Lebat Berbasis Citra Satelit Cuaca dan Stabilitas Atmosfer (Studi Kasus Longsor Banjarnegara). 9.
- Wijayanto, A. (2008). Analisis Korelasi Product Moment Pearson.