

**ESTIMASI CURAH HUJAN AKIBAT MCC MENGGUNAKAN METODE CSTm
(MODIFIED CONVECTIVE STRATIFORM TECHNIQUE)
(STUDI KASUS MCC SULAWESI 15 – 16 Maret 2018)**

***Winona Puspa Betari**
Sekolah Tinggi Meteorologi
Klimatologi dan Geofisika
winonapuspa31@gmail.com

Aries Kristianto
Sekolah Tinggi Meteorologi
Klimatologi dan Geofisika
aries.kristianto@bmkgo.id

Deni Septiadi
Sekolah Tinggi Meteorologi
Klimatologi dan Geofisika
deni.septiadi@bmkgo.id

*Penulis Korespondensi

Abstrak – MCC merupakan sistem konvektif skala meso yang terdiri dari gabungan sel konvektif tunggal dengan durasi kejadian ≥ 6 jam. Di Indonesia, MCC berkontribusi 20% terhadap total curah hujan dengan sebagian besar kejadian MCC terjadi di daratan. Dikarenakan keterbatasan data pengamatan curah hujan di beberapa titik di wilayah Indonesia, data satelit dapat digunakan untuk mengetahui data curah hujan di suatu wilayah. Penelitian ini membahas mengenai perhitungan estimasi curah hujan akibat dari MCC menggunakan metode CSTm (*Modified Convective Stratiform Technique*) yang memanfaatkan data satelit. Estimasi curah hujan di beberapa titik kejadian hujan akibat MCC menghasilkan nilai yang underestimate dikarenakan metode CSTm yang memisahkan komponen konvektif dan stratiform dalam perhitungannya digunakan untuk menghitung estimasi curah hujan akibat MCC yang merupakan gabungan dari beberapa sel konvektif tunggal.

Kata Kunci : MCC, CSTm, satelit, Himawari, GSMAP, GPM

Naskah diajukan
6 Oktober 2023
Naskah direvisi
10 November 2023
Naskah diterima
18 November 2023
Naskah dipublikasi
1 Desember 2023

Abstract – MCC is a meso-scale convective system consist of single convective cell combination with an event duration of 6 hours. In Indonesia, MCC contributes 20% to the total rainfall with most MCC events occurring on land. Due to the limitations of rainfall observation data at several points in Indonesia, satellite data can be used to find out rainfall data in an area. This study explained the calculation of rainfall estimates due to MCC using the CSTm (*Modified Convective Stratiform Technique*) method that utilizes satellite data. Estimated rainfall at several points of rainfall due to MCC produces an underestimate value because the CSTm method which separates convective and stratiform components in its calculations is used to calculate the estimated rainfall due to MCC which is a combination of several single convective cells..

Keywords : MCC, CSTm, satellite, Himawari, GSMAP, GPM.

A. PENDAHULUAN

MCC atau *Mesoscale Convective Complex* merupakan sistem konvektif skala meso yang memiliki ciri berupa bentuk awan yang hampir lingkaran (*quasi circular*) dan terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian inti dan selimut awan. Bagian inti awan memiliki suhu puncak awan yang terukur pada citra infra merah sebesar -52°C dengan luas wilayah 50.000 km^2 , sedangkan bagian selimut awan memiliki suhu puncak awan -32°C dengan luas wilayah 100.000 km^2 . Sistem awan MCC memiliki nilai eksentrisitas sebesar $\geq 0,7$ dan durasi hidup selama ≥ 6 jam (Maddox, 1980).

MCC dapat terjadi di seluruh benua, kecuali Antartika, dan lautan secara global (Laing dan Fritsch, 1997). Kejadian MCC di Benua Maritim Indonesia paling banyak terjadi di daratan terutama wilayah pegunungan dan dataran tinggi. Kejadian MCC di Benua Maritim Indonesia paling banyak terjadi di daratan menghasilkan persentase 42,32%, hal tersebut menyebabkan kontribusi curah hujan yang dihasilkan MCC cukup besar terhadap total curah hujan di wilayah Benua Maritim Indonesia.

Kejadian MCC khususnya di Benua Maritim Indonesia berkontribusi sebesar 20% terhadap total curah hujan (Trismidianto dkk., 2017). Beberapa MCC yang telah diteliti sebelumnya menghasilkan intensitas curah hujan 50 – 100 mm/hari atau 10 – 20 mm/jam yang termasuk ke dalam kategori hujan berintensitas lebat (BMKG, 2010). Dengan mengestimasi nilai curah hujan yang dihasilkan MCC dapat membantu mengetahui kondisi hujan di wilayah yang tidak memiliki stasiun pengamatan atau pos hujan.

Estimasi intensitas curah hujan menggunakan satelit cuaca dapat menjadi solusi karena pengamatan satelit cuaca dapat mencakup seluruh daerah pengamatan dan memiliki resolusi yang tinggi dibandingkan dengan pengamatan secara langsung (Diniyati dan Mulya, 2021). Metode CST (*Convective Stratiform Technique*) merupakan metode estimasi curah hujan menggunakan data satelit kanal infra merah dengan memisahkan komponen awan konvektif dan awan stratiform (Adler dan Negri, 1988). Kemudian metode CST di modifikasi dengan mengubah nilai intensitas curah hujan konvektif dan stratiform dan nilai luasan area yang dilingkupi piksel yang sudah disesuaikan dengan kondisi wilayah Indonesia. Metode ini disebut metode CSTm atau Modified Convective Stratiform Technique (Endarwin dkk., 2014).

Kejadian MCC di Sulawesi tidak sering terjadi jika dibandingkan dengan wilayah lain seperti Sumatra dan Kalimantan, namun kontribusi MCC terhadap curah hujan di wilayah Sulawesi cukup signifikan. Trismidianto dkk. (2017) menyatakan bahwa kontribusi MCC terhadap curah hujan di Sulawesi paling banyak terjadi pada periode MAM (Maret, April, Mei) dengan persentase mencapai 16% hingga 20%. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dibahas penggunaan metode CSTm untuk mengestimasi nilai curah hujan yang dihasilkan oleh MCC di Sulawesi pada 15 – 16 Maret 2018.

B. METODE

Lokasi penelitian ini berada di Sulawesi dengan batasan koordinat untuk kejadian MCC berada di $3^{\circ}\text{LU} - 118^{\circ}\text{BT}$ dan $3^{\circ}\text{LU} - 120^{\circ}\text{BT}$. Untuk waktu penelitian bertepatan dengan kejadian MCC di Sulawesi yaitu pada tanggal 15 – 16 Maret 2018. MCC ini pernah diteliti sebelumnya pada penelitian (Septiadi dan Nugraha, 2020).

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Data satelit Himawari 8 kanal IR dalam format (.nc). Data ini digunakan sebagai *input* dalam proses identifikasi fenomena MCC menggunakan aplikasi MATLAB.
2. Data satelit Himawari 8 kanal IR dalam format (.z). Data ini digunakan sebagai *input* dalam proses pengolahan estimasi curah hujan menggunakan metode CSTm.
3. Data curah hujan satelit GSMAP. Data ini digunakan sebagai data perbandingan estimasi curah hujan yang dihasilkan dari metode CSTm.
4. Data curah hujan satelit GPM. Data ini digunakan sebagai data perbandingan estimasi curah hujan yang dihasilkan dari metode CSTm.

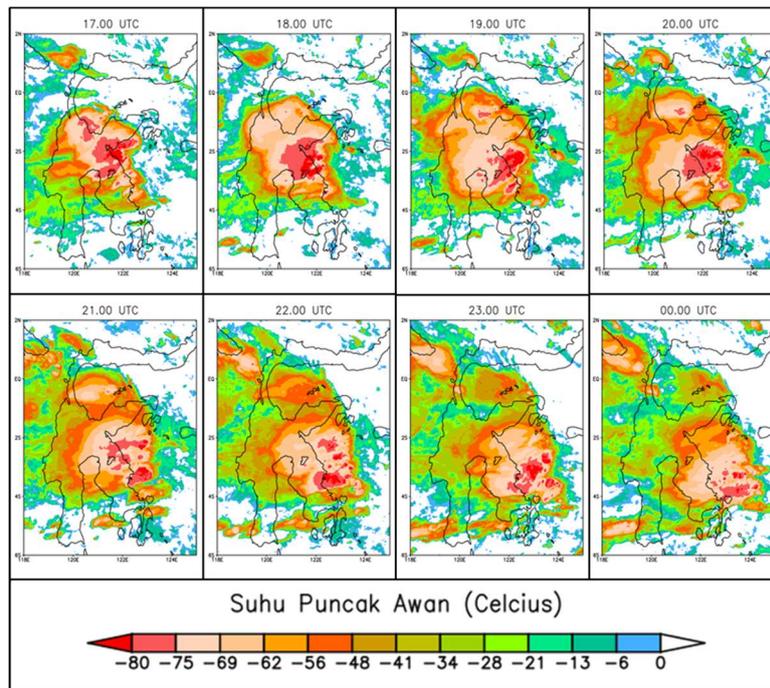
Pada penelitian ini, data curah hujan observasi oleh stasiun pengamatan dan AWS tidak digunakan dikarenakan ketidaktersediaan data.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk dapat melakukan estimasi curah, langkah yang dilakukan terlebih dahulu adalah mengidentifikasi kejadian MCC menggunakan kriteria (Maddox, 1980). Sistem awan yang telah dikonfirmasi sebagai MCC kemudian diidentifikasi wilayah sebaran hujannya. Setelah mengetahui wilayah kejadian hujan, dilakukan estimasi curah hujan di beberapa titik di wilayah kejadian hujan MCC menggunakan metode CSTm. Hasil estimasi metode CSTm kemudian dibandingkan dengan data curah hujan satelit GSMAP dan GPM dikarenakan ketidaktersediaan data curah hujan observasi AWS di lokasi kejadian MCC.

1. Identifikasi MCC.

Pada bagian ini akan dilakukan identifikasi MCC dengan melihat sebaran awan dan karakteristik fisiknya berdasarkan data yang didapat dari citra satelit Himawari 8 kanal IR.



Gambar 1. Distribusi perkembangan sistem awan MCC 15 – 16 Maret 2018

Pada pukul 17.00 - 18.00 UTC, sistem awan MCC terlihat tumbuh dan mulai memasuki fase inisiasi ditandai dengan adanya pembentukan sistem awan sirkular dan penurunan suhu selimut awan menjadi $\leq -34^{\circ}\text{C}$. Sistem awan MCC berkembang dan mengalami fase matang pada pukul 19.00 UTC hingga 20.00 UTC. Saat mencapai fase matang, suhu inti awan pada sistem bernilai $\leq -80^{\circ}\text{C}$. Beberapa saat kemudian, sistem awan MCC mulai meluruh pada pukul 22.00 UTC ditandai dengan adanya peningkatan suhu selimut awan dan perubahan bentuk sistem menjadi tidak teratur. Secara keseluruhan, terlihat bahwa sistem awan MCC tumbuh di lokasi yang sama dan sedikit berpropagasi ke timur saat memasuki fase peluruhan.

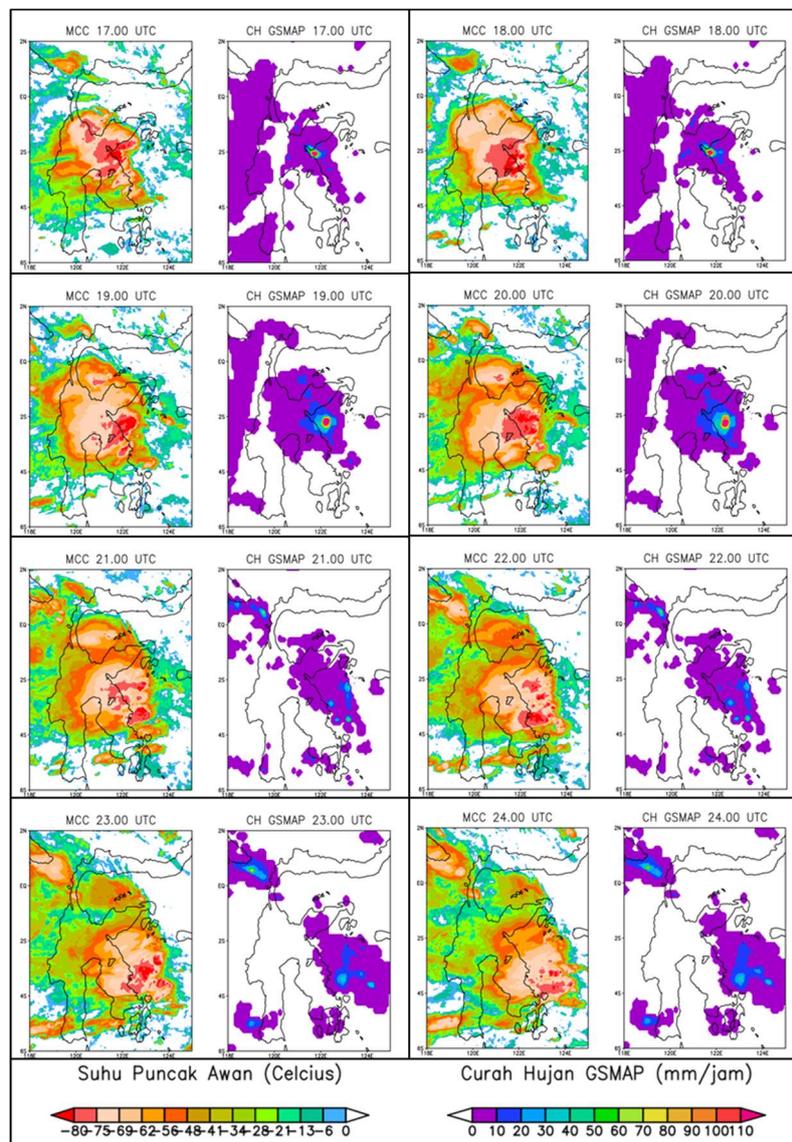
Tabel 1. Tabel Karakteristik Fisis MCC 15 – 16 Maret 2018

Jam (UTC)	Bujur (°)	Lintang (°)	Eksentrisitas	Pixel Inti MCC	Pixel Selimut MCC
17.00	122.1	-2.9	0.86	13946	25223
18.00	122.0	-2.9	0.88	20431	29214
19.00	122.9	-2.9	0.99	22412	36290
20.00	122.2	-3.1	0.95	20353	42389
21.00	122.7	-3.5	0.81	15501	42085
22.00	122.0	-3.6	0.77	15734	43301
23.00	122.9	-3.9	0.79	15846	41049
00.00	123.1	-3.1	0.87	13738	37441

Dapat diketahui bahwa sistem awan MCC tersebut terjadi selama 8 jam dengan rentang kejadian tanggal 15 Maret 2018 pukul 17.00 UTC hingga 16 Maret 2018 pukul 00.00 UTC. Sistem awan MCC tersebut juga memiliki eksentrisitas > 0.7 dan terdiri dari inti awan dan selimut awan. Bagian inti awan memiliki suhu $\leq -56^{\circ}\text{C}$ hingga $\leq -80^{\circ}\text{C}$ yang berada di bagian tengah, sedangkan bagian selimut awan yang mengelilingi inti awan memiliki suhu $\leq -34^{\circ}\text{C}$ dari fase inisiasi hingga penuh.

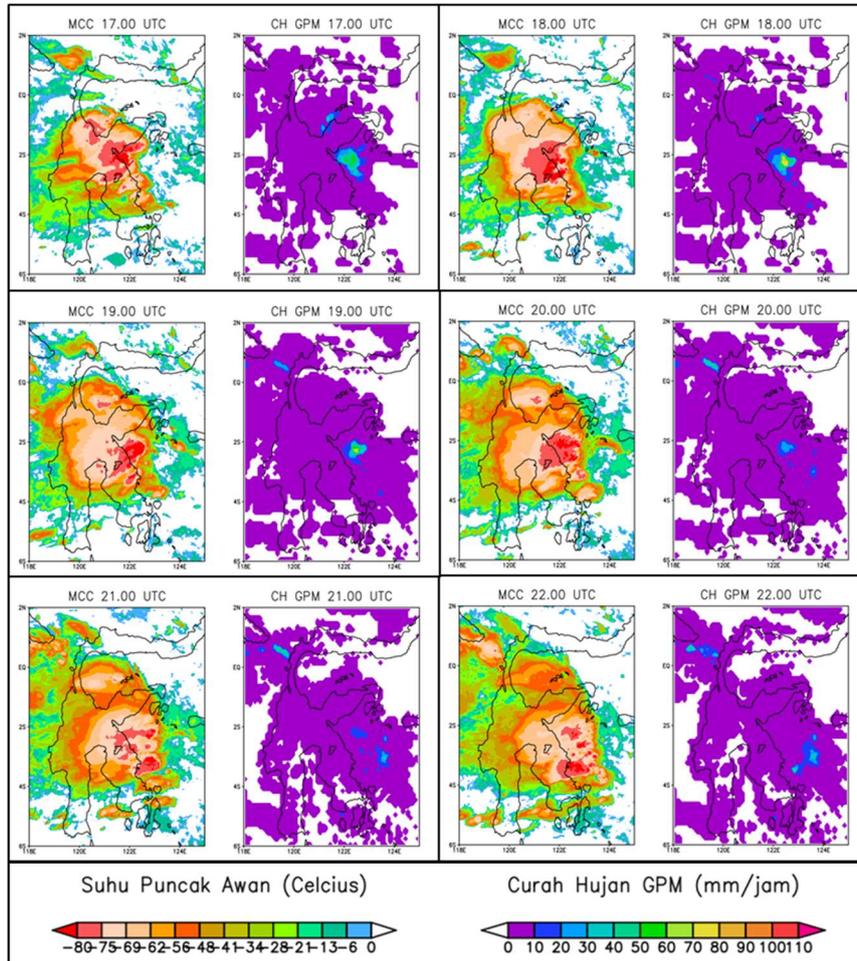
2. Identifikasi wilayah sebaran hujan akibat MCC.

Pada bagian ini, akan dilakukan identifikasi sebaran kejadian hujan akibat MCC menggunakan data satelit GSMAP dan GPM sehingga akan terlihat sebaran intensitas curah hujan secara spasial di wilayah kejadian MCC.



Gambar 2. Distribusi perbandingan sistem awan MCC dan sebaran kejadian hujan menggunakan data GSMAP.

Secara umum terlihat pada gambar bahwa intensitas tertinggi dengan rentang 20 – 100 mm/jam berada di lautan dekat wilayah provinsi Sulawesi Tengah. Sedangkan untuk hujan dengan intensitas ringan yang terjadi di daratan dominan berada di wilayah Provinsi Sulawesi Tengah dan Provinsi Sulawesi Tenggara.



Gambar 3. Distribusi perbandingan sistem awan MCC dan sebaran kejadian hujan menggunakan data GPM.

Secara umum terlihat bahwa sebaran kejadian hujan oleh data satelit GPM memiliki kesamaan dengan sebaran kejadian hujan oleh data satelit GSMAP diantaranya intensitas curah hujan lebat yang berada di wilayah lautan dekat provinsi Sulawesi Tengah dan intensitas curah hujan ringan yang berada di daratan dominan terjadi di Provinsi Sulawesi Tengah dan sebagian Provinsi Sulawesi Tenggara. Namun sebaran kejadian hujan yang dihasilkan oleh data curah hujan satelit GPM memiliki luasan yang sesuai dengan sistem awan MCC.

3. Estimasi curah hujan.

Pada bagian ini akan dilakukan perhitungan estimasi curah di beberapa titik lokasi kejadian hujan MCC yang di bagi menjadi dua lokasi yaitu di laut yang mewakili intensitas curah hujan lebat dan di darat yang mewakili intensitas curah hujan ringan.

Tabel 2. Lokasi perhitungan estimasi curah hujan untuk MCC 15 – 16 Maret 2018.

	Titik Estimasi Curah Hujan			
	Laut		Darat	
	Bujur (°)	Lintang (°)	Bujur (°)	Lintang (°)
Titik 1	122.1	-2.05	121.35	-2.05
Titik 2	122.4	-2.35	121.95	-2.45
Titik 3	122.3	-2.45	122.15	-2.75
Titik 4	122.3	-2.35	120.05	-0.95
Titik 5	122.3	-2.25	120.05	-1.95

a) Estimasi di laut

Tabel 3. Perbandingan intensitas curah hujan yang dihasilkan oleh metode CSTM, data satelit GSMAP, dan data satelit GPM di laut.

	Titik 1				Titik 2		
	CSTM	GSMAP	GPM		CSTM	GSMAP	GPM
17 UTC	0.2	21.0	73.3	17 UTC	0.1	1.1	54.0
18 UTC	0.8	23.0	36.7	18 UTC	0.2	5.9	60.8
19 UTC	1.1	98.1	14.3	19 UTC	49.0	16.9	45.4
20 UTC	1.3	22.6	8.6	20 UTC	1.2	101.2	20.9
21 UTC	0.9	5.9	5.5	21 UTC	0.6	5.9	11.8
22 UTC	0.9	7.7	4.0	22 UTC	37.5	8.5	6.6
23 UTC	0.7	7.3	3.3	23 UTC	0.5	3.0	3.6
00 UTC	0.5	6.7	2.1	00 UTC	0.5	4.6	1.0

	Titik 3				Titik 4		
	CSTM	GSMAP	GPM		CSTM	GSMAP	GPM
17 UTC	0.1	4.8	58.3	17 UTC	0.1	3.4	65.7
18 UTC	0.4	8.4	63.5	18 UTC	0.3	8.1	66.6
19 UTC	32.5	23.1	45.5	19 UTC	52.8	77.7	47.6
20 UTC	1.2	84.7	19.1	20 UTC	40.5	137.4	22.3
21 UTC	0.8	4.4	9.1	21 UTC	0.7	6.0	12.2
22 UTC	0.7	6.8	6.2	22 UTC	0.9	8.1	6.7
23 UTC	0.7	4.5	4.5	23 UTC	0.5	3.0	1.9
00 UTC	0.5	7.1	1.5	00 UTC	0.5	5.7	0.2

	Titik 5		
	CSTM	GSMAP	GPM
17 UTC	0.1	2.7	65.7
18 UTC	0.3	8.3	66.6
19 UTC	1.4	104.0	47.6
20 UTC	1.2	144.5	22.3
21 UTC	1.0	7.3	12.2
22 UTC	1.1	9.4	9.4
23 UTC	22.2	3.1	2.4
00 UTC	0.5	7.2	0.2

Secara umum intensitas curah hujan yang dihasilkan di berbagai titik oleh metode CSTm, data curah hujan satelit GSMAP, dan data curah hujan satelit GPM memiliki intensitas yang tinggi saat fase matang dari MCC. Selain itu jika nilai intensitas curah hujan di seluruh titik dijumlahkan, maka akan menghasilkan intensitas curah hujan lebat dengan rentang 50 – 100 mm/hari. Walaupun demikian, estimasi curah hujan yang dihasilkan oleh metode CSTm menghasilkan nilai yang *underestimate* dibandingkan dengan intensitas curah hujan yang dihasilkan oleh data GSMAP dan GPM.

b) Estimasi di darat.

Tabel 4. Perbandingan intensitas curah hujan yang dihasilkan oleh metode CSTm, data satelit GSMAP, dan data satelit GPM di darat.

	Titik 1				Titik 2		
	CSTM	GSMAP	GPM		CSTM	GSMAP	GPM
17 UTC	1.2	4.3	4.0	17 UTC	36.8	3.5	8.0
18 UTC	1.2	6.7	4.2	18 UTC	0.9	6.0	7.6
19 UTC	0.9	9.7	3.5	19 UTC	1.2	24.8	7.1
20 UTC	1.0	11.9	2.6	20 UTC	1.2	35.2	6.1
21 UTC	0.9	0.3	1.5	21 UTC	0.9	7.7	4.5
22 UTC	0.7	2.9	0.6	22 UTC	0.7	8.7	2.2
23 UTC	0.6	0.0	0.1	23 UTC	0.6	0.0	0.8
00 UTC	0.4	0.0	0.0	00 UTC	0.5	4.3	0.7

	Titik 3				Titik 4		
	CSTM	GSMAP	GPM		CSTM	GSMAP	GPM
17 UTC	0.8	2.9	2.6	17 UTC	0.9	0.0	1.2
18 UTC	30.2	5.5	3.5	18 UTC	0.8	0.0	1.5
19 UTC	0.7	9.4	3.8	19 UTC	0.6	1.1	1.2
20 UTC	35.5	17.1	4.1	20 UTC	0.4	2.5	0.8
21 UTC	52.0	4.7	2.9	21 UTC	0.2	0.0	0.8
22 UTC	0.8	5.6	1.9	22 UTC	0.1	0.0	0.8
23 UTC	0.8	3.1	0.5	23 UTC	0.1	0.0	0.2
00 UTC	0.6	4.3	0.1	00 UTC	0.1	0.0	0.0

	Titik 5		
	CSTM	GSMAP	GPM
17 UTC	0.4	0.0	0.3
18 UTC	0.5	0.0	1.1
19 UTC	0.6	0.7	0.8
20 UTC	0.5	2.4	0.2
21 UTC	0.3	0.0	0.2
22 UTC	0.2	0.0	0.3
23 UTC	0.2	0.0	0.1
00 UTC	0.1	0.0	0.0

Estimasi curah hujan yang dihasilkan di wilayah darat juga menghasilkan nilai yang tinggi saat MCC memasuki fase matang. Selain itu, estimasi curah hujan yang dihasilkan oleh metode CSTm menghasilkan nilai yang *underestimate* jika dibandingkan dengan intensitas curah hujan dari data GSMAP dan GPM.

D. SIMPULAN

Berdasarkan analisis yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Data GSMAP menghasilkan intensitas curah hujan spasial yang lebih tinggi dibandingkan data satelit GPM. Sedangkan data satelit GPM menghasilkan sebaran kejadian hujan yang lebih luas dan sesuai dengan luasan sistem awan MCC dibandingkan dengan data satelit GSMAP.
2. Estimasi curah hujan yang dihasilkan oleh metode CSTm menghasilkan nilai yang *underestimate* dibandingkan dengan data curah hujan satelit GSMAP dan GPM dikarenakan metode CSTm yang memisahkan komponen konvektif dan stratiform tidak cocok digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan yang dihasilkan oleh MCC yang merupakan gabungan dari sel konvektif tunggal.

DAFTAR RUJUKAN

- Adler, R., dan Negri, A. (1988). *A Satellite Infrared Technique to Estimate tropical Convection and Stratiform Rainfall*. *Journal of Applied Meteorology*, 27, 30–51.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. (2010). *Prosedur Standar Operasi Pelaksanaan Peringatan Dini Pelaporan dan Diseminasi Informasi Cuaca Ekstrim*.
- Diniyati, E., dan 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>
- Enderwin, Hadi, S., Bayong Tjasyono, H. K., Gunawan, D., dan Siswanto. (2014). *Modified Convective Stratiform Technique (CSTm) Performance On Rainfall Estimation In Indonesia*. *Journal of Mathematical and Fundamental Sciences*, 46(3), 251–268. <https://doi.org/10.5614/j.math.fund.sci.2014.46.3.4>
- Laing, dan Fritsch. (1997). *The global population of mesoscale convective complexes*. *Q.J. R. Meteorol. Soc*, 123(January 1996), 389–405.
- Maddox. (1980). *Mesoscale Convective Complexes*. *Bulletin American Meteorological Society*, 61, 1374–1387.
- Septiadi, D., dan Nugraha, Y. (2020). Identifikasi *Mesoscale Convective Complex (MCC)* Dan Dampaknya Terhadap Curah Hujan Di Benua Maritim Indonesia (BMI) Sepanjang Tahun 2018. *Jurnal Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika*, 20(Mcc), 73–80.
- Trismidianto, Yulihastin, E., Satyawardhana, H., Nugroho, J. T., dan Ishida, S. (2017). *The Contribution of the Mesoscale Convective Complexes (MCCs) to total rainfall over Indonesian Maritime Continent*. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 54. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/755/1/011001>