

## Analisis perbandingan metode CST dan MCST terhadap curah hujan observasi saat banjir

Estri Diniyati <sup>a,1,\*</sup>, Aditya Mulya <sup>a,2</sup>

<sup>a</sup> Program Studi DIV Meteorologi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (STMKG)

\*<sup>1</sup> [estri.diniyati@gmail.com](mailto:estri.diniyati@gmail.com); <sup>2</sup> [aditya.mulya@stmkg.ac.id](mailto:aditya.mulya@stmkg.ac.id)

\*Correspondent Author

### KATAKUNCI

CST  
mCST  
Banjir

### KEYWORDS

CST  
mCST  
Banjir

### ABSTRAK

Indonesia memiliki curah hujan yang tinggi sehingga berpotensi besar terhadap bencana hidrometeorologi. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk estimasi curah hujan adalah CST dan mCST. Metode ini mampu untuk mengatasi keterbatasan pengamatan curah hujan di Indonesia. Pada tanggal 22 Februari 2020 di Jakarta Timur dan 28 Desember 2020 di Surabaya telah terjadi hujan ekstrem yang mengakibatkan banjir. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan estimasi curah hujan menggunakan metode CST dan mCST terhadap curah hujan observasi saat terjadi hujan ekstrem. Hasil penelitian menunjukkan kedua metode memiliki korelasi yang kuat (0,6 - 0,775) dan signifikan ( $p\text{-value} < 0,05$ ) terhadap curah hujan observasi. Metode CST memiliki korelasi yang lebih kuat dalam mengestimasi curah hujan pada kedua peristiwa banjir. Pada banjir Jakarta, nilai error metode CST (14,017 mm) lebih kecil dibandingkan metode mCST (14,69 mm) sedangkan pada banjir Surabaya nilai error metode mCST (8,353 mm) lebih kecil dibandingkan metode CST (11,512 mm).

### *Comparative analysis of CST and MCST methods on observation rainfall during floods*

Indonesia has high rainfall so it has great potential for hydrometeorological disasters. One of the methods that can be used to estimate rainfall is CST and mCST. This method was able to overcome the limitations of rainfall observations in Indonesia. On February 22, 2020 in East Jakarta and December 28, 2020 in Surabaya, there were extreme rains which resulted flooding. This study aims to determine the comparison of the estimated rainfall using the CST and mCST methods to the observed rainfall during extreme rains. The results showed that both methods had a strong (0.6 - 0.775) and significant ( $p\text{-value} < 0.05$ ) correlation to the observed rainfall. The CST method has a stronger correlation in estimating rainfall for both flood events. In the Jakarta flood, the error value of the CST method (14.017 mm) is smaller than the mCST method (14.69 mm) while in the Surabaya flood the error value of the mCST method (8.353 mm) is smaller than the CST method (11.512 mm).

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



## Pendahuluan

Indonesia terletak di wilayah ekuator sehingga menerima lebih banyak panas matahari. Hal ini menyebabkan uap air yang dihasilkan di wilayah Indonesia lebih tinggi dan mendukung terbentuknya awan-awan konvektif pembawa hujan [1]. Curah hujan tinggi dapat menjadi salah satu faktor penyebab bencana banjir yang merugikan manusia [2]. Oleh karena itu, data informasi curah hujan sangat diperlukan sebagai peringatan dini cuaca dan antisipasi bencana hidrometeorologi serta penelitian yang berkaitan dengan siklus hidrologi [3]. Saat ini dari 162 stasiun pengamatan yang ada di Indonesia, hanya terdapat 88 stasiun yang menyediakan data curah hujan dengan kualitas yang baik [4]. Padahal menurut standart WMO, idealnya wilayah Indonesia membutuhkan 1990 titik pengamatan curah hujan, sehingga ini menunjukkan bahwa data curah hujan di Indonesia masih sangat kurang [5].

Estimasi curah hujan dengan menggunakan satelit dapat menjadi salah satu solusi kurangnya ketersediaan data pengamatan curah hujan di Indonesia [6] ataupun apabila terjadi kerusakan alat pengamatan. Satelit cuaca memiliki jangkauan pengamatan yang sangat luas dengan resolusi tinggi dibandingkan pengamatan yang dilakukan secara langsung. Salah satu metode untuk mengestimasi curah hujan yaitu metode *Convective Stratiform Technique* (CST). Metode CST merupakan metode pemisahan antara awan konvektif dan awan stratiform dengan menggunakan data satelit kanal IR [7]. Kemudian metode CST ini dikembangkan menjadi metode *Convective Stratiform Technique* (mCST) yang diterapkan untuk wilayah Indonesia dengan memodifikasi nilai intensitas curah hujan dari awan konvektif ( $R_c$ ) dan stratiform ( $R_s$ ) serta nilai cakupan area rata-rata yang dilingkupi oleh piksel ( $A$ ) [8].

Penelitian CST dan mCST pernah dilakukan sebelumnya di Indonesia. Metode CST pernah diterapkan di Bali pada tanggal 14 Desember 2016 dan menunjukkan hasil yang cukup konsisten dalam mengestimasi curah hujan per jam terhadap curah hujan pada Stasiun Meteorologi Ngurah Rai [9]. Kemudian pada penelitian penggunaan metode estimasi curah hujan sebagai peringatan dini sebelum banjir di Tanah Datar dan Padang Pariaman, Sumatera Barat diperoleh bahwa metode CST memiliki korelasi yang lebih rendah dibandingkan dengan metode Z-R selection [10][11]. Selain itu, juga terdapat penelitian menggunakan metode mCST di wilayah yang memiliki tipe hujan monsun, ekuatorial dan lokal di wilayah Sintang, Jakarta dan Ambon dengan diperoleh hasil bahwa metode mCST kurang mampu merepresentasikan jumlah curah hujan pada wilayah tersebut dengan korelasi yang rendah (0,3) dan error mencapai 26 mm [12][13].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, penulis mencoba menganalisis perbandingan antara metode estimasi CST dan mCST pada saat kejadian banjir. Pada tanggal 22-23 Februari 2020 terjadi hujan dengan intensitas yang sangat lebat di wilayah Jakarta Timur, kemudian pada 28 Desember 2020 juga terjadi hujan sangat lebat yang terjadi di Surabaya dimana kedua peristiwa hujan ekstrem ini mengakibatkan bencana banjir. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara estimasi curah hujan dengan menggunakan metode CST dan mCST terhadap curah hujan observasi saat terjadi hujan ekstrem di Jakarta Timur dan Surabaya.

## Metode

Penelitian dilakukan dengan melakukan penerapan metode CST dan mCST menggunakan pemrograman *python* yang dijalankan dengan *google colab*. Adapun langkah-langkah kedua Teknik tersebut yaitu sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data Satelit Himawari-8

Data satelit Himawari-8 yang digunakan yaitu data dengan format *.nc* pada kejadian banjir di Jakarta Timur dan kejadian banjir di Surabaya pukul 00.00-23.00 UTC. Data ini diletakkan pada *drive* yang telah ditentukan agar dapat terhubung dan dijalankan oleh *script*.

2. Menentukan lokasi penelitian

Menentukan titik lokasi penelitian yaitu di Jakarta Timur dan Surabaya. Lokasi banjir di Jakarta Timur yaitu di wilayah Pulomas dengan koordinat -6.18 LS dan 106.880 BT dan lokasi banjir di Surabaya yaitu di wilayah Banyu Urip dengan koordinat -7.28 LS dan 112.72 BT.

3. Menentukan inti konvektif dari awan

Inti konvektif awan dapat diidentifikasi dengan melihat suhu kecerahan awan sehingga diperoleh suhu kecerahan awan minimum ( $T_{\min}$ ) didalam suatu piksel atau multi piksel.

4. Menghitung *Slope Parameter* (S)

*Slope Parameter* digunakan untuk memisahkan antara awan konvektif dan awan stratiform menggunakan perhitungan delapan titik di sekitarnya dengan menggunakan rumus [7][8][14] :

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

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

5. Pemisahan awan konvektif dan stratiform

Pemisahan antara dua awan ini dilakukan dengan persamaan :

$$S \geq \exp [0.0826 (T_{\min} - 207)] \quad (2)$$

Apabila S telah memenuhi persamaan tersebut maka merupakan inti awan konvektif, namun apabila tidak memenuhi maka merupakan inti awan stratiform.

6. Menentukan luas dari wilayah presipitasi

Untuk luas wilayah presipitasi awan konvektif menggunakan persamaan (Goldenberg et al., 1990):

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

sedangkan untuk awan stratiform menggunakan persamaan :

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

Keterangan :

a = -0.0492

b = 15.27

$A_c$  = luas cakupan area hujan dari awan konvektif ( $\text{km}^2$ )

$A_s$  = luas cakupan area hujan dari awan stratiform ( $\text{km}^2$ )

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

$T_s$  = suhu puncak awan stratiform (K)

7. Menentukan estimasi

a) Metode CST, menggunakan persamaan :

$$CH \text{ (mm) Awan Konvektif} = C(A_c/A) TR_c$$

$$CH \text{ (mm) Awan Stratiform} = St (A_s/A) TR_s$$

Keterangan :

C = bilangan sel konvektif

St = bilangan sel stratiform

$A_c$  = luasan cakupan area hujan dari awan konvektif ( $\text{km}^2$ )

$A_s$  = luasan area hujan dari awan stratiform ( $\text{km}^2$ )

A = rata-rata area yang dilingkup piksel ( $\text{km}^2$ ) = 121  $\text{km}^2$

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

- b) Metode mCST, perhitungan yang digunakan pada metode ini sama seperti perhitungan pada metode CST namun nilai Rc dimodifikasi dengan nilai 26 mm/jam, Rs dimodifikasi dengan nilai 0,8 mm/jam sedangkan A dimodifikasi dengan nilai 202,1243 km<sup>2</sup> [8].
8. Memverifikasi curah hujan estimasi  
Hasil curah hujan dari kedua estimasi selanjutnya di verifikasi dengan curah hujan hasil observasi dimana pada wilayah Jakarta Timur menggunakan data curah hujan ARG Pulomas, sedangkan untuk wilayah Surabaya menggunakan data curah hujan AWS Stasiun Tanjung Perak. Metode yang digunakan untuk verifikasi diolah dengan menggunakan *software Minitab* dan *Microsoft Excel*, meliputi perhitungan :

a) Korelasi Koefisien *Pearson*

Metode korelasi *pearson* ini digunakan untuk mengetahui hubungan linear antara dua variabel X dan Y [15] [16], dirumuskan dengan persamaan :

$$r_{xy} = \frac{n \Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{(\sqrt{n \Sigma(X^2) - (\Sigma X)^2})(\sqrt{n \Sigma(Y^2) - (\Sigma Y)^2})} \quad (5)$$

Untuk lebih memudahkan dalam menginterpretasi hubungan kedua variabel, dapat dilihat pada [Table 1](#):

**Tabel 1.** Intrepertasi Koefisien Korelasi (r)

<i>Koefisien Kolerasi ( r )</i>	<i>Interpretasi</i>
0,00 – 0,199	Hubungan antar variabel sangat lemah
0,20 – 0,399	Hubungan antar variabel lemah
0,40 – 0,599	Hubungan antar variabel sedang
0,60 – 0,799	Hubungan antar variabel kuat
0,80 – 1,0	Hubungan antar variabel sangat kuat

Sumber : Sugiyono, 2010

a) *P-value*

P-value merupakan nilai peluang yang paling kecil ketika dilakukan pengujian hipotesis sehingga nilai dari statistik uji masih berarti. Apabila nilai *p-value* ≤ α (0,05) maka hubungan antar variabel tersebut signifikan.

b) *Root Mean Square Error (RMSE)*

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (RE_i - RO_i)^2}{n}} \quad (6)$$

RMSE digunakan untuk menghitung penyimpangan atau error antara curah hujan hasil estimasi dengan observasi. Semakin kecil nilai RMSE maka error yang dihasilkan semakin kecil.

## Hasil dan Pembahasan

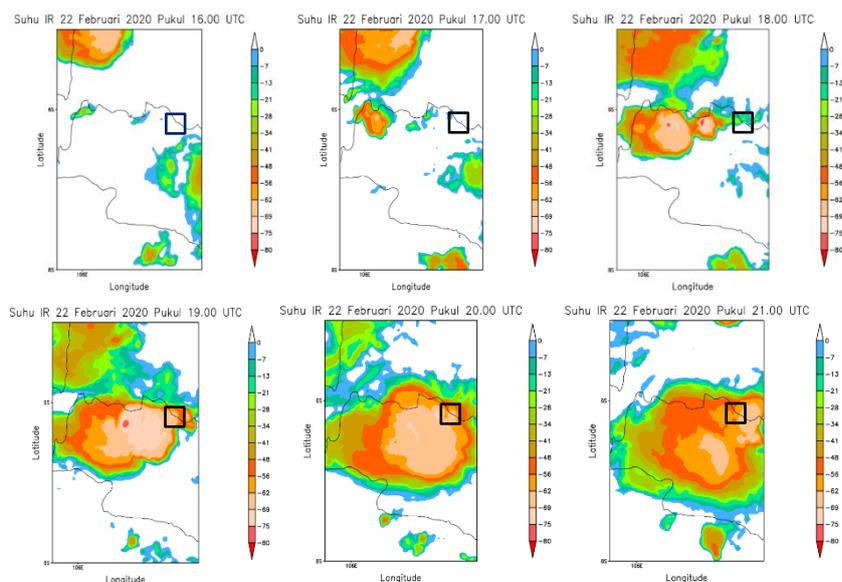
### 1. Banjir di Jakarta Timur

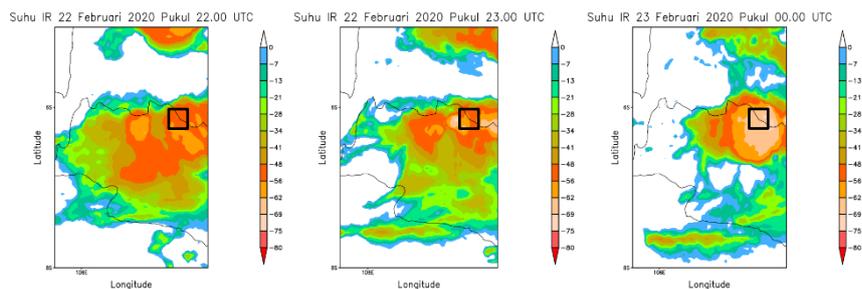
**Gambar 1** menunjukkan *time series* suhu puncak awan pada koordinat wilayah Pulomas, Jakarta Timur. Suhu puncak awan mulai menurun dan mencapai *freezing level* pada pukul 16.00 UTC yang menandakan bahwa awan mulai mengalami fase tumbuh. Kemudian pada pukul 18.00-20.00 UTC awan mengalami fase matang dengan penurunan suhu yang signifikan mencapai  $-80^{\circ}\text{C}$ . Awan mulai mengalami peluruhan pada pukul 22.00 UTC yang ditandai dengan peningkatan suhu puncak awan hingga melewati *freezing level* pada tanggal 23 Februari pukul 04.00 UTC keesokan harinya.



Gambar 1. *Time Series* Banjir di Jakarta Timur

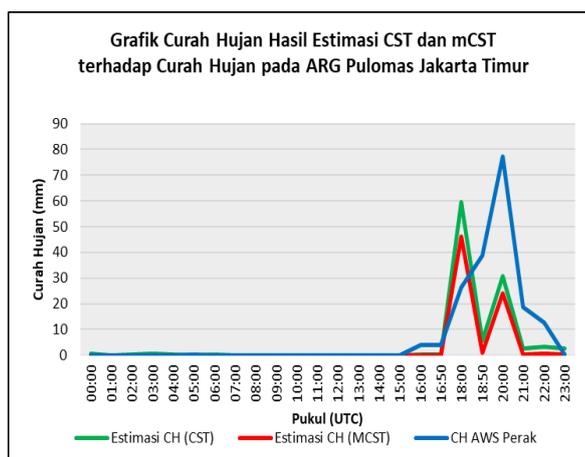
Berdasarkan **Gambar 2**, awan mulai tumbuh diatas wilayah DKI Jakarta pada pukul 16.00 UTC kemudian awan mulai matang dan menutupi seluruh wilayah DKI Jakarta pada pukul 18.00 UTC dengan suhu inti awan mencapai  $-62^{\circ}\text{C}$  hingga  $-80^{\circ}\text{C}$ . Awan ini semakin meluas diwilayah DKI Jakarta dan sekitarnya hingga pukul 20.00 UTC kemudian awan mulai meluruh pada pukul 21.00 UTC dan menuju ke arah Barat pada pukul 00.00 UTC pada tanggal 23 Februari keesokan harinya.





Gambar 2. Citra Satelit Himawari-8 Pada Saat Kejadian Banjir Jakarta Timur

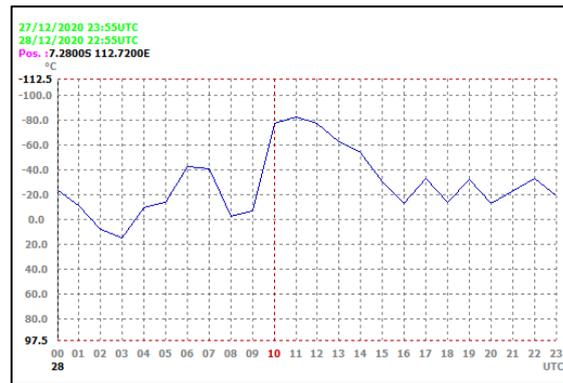
Perbandingan kedua metode estimasi dengan hasil observasi (Gambar 3) menunjukkan bahwa hasil metode CST cenderung lebih tinggi daripada metode mCST. Namun, hasil observasi memiliki nilai yang cenderung lebih tinggi dibandingkan hasil estimasi apabila dibandingkan dengan kedua metode. Berdasarkan hasil korelasi *pearson*, hasil korelasi pada metode CST menunjukkan nilai sebesar 0,632 sedangkan metode mCST menunjukkan nilai sebesar 0,600. Nilai p-value untuk metode CST sebesar 0,001 dan mCST sebesar 0,002. Hal ini mengindikasikan bahwa kedua metode memiliki korelasi yang kuat namun korelasi CST lebih kuat dibandingkan mCST serta kedua metode estimasi memiliki hubungan yang signifikan terhadap curah hujan hasil observasi ( $< 0,005$ ). Selain itu, untuk nilai RMSE untuk metode CST diperoleh nilai sebesar 14,017 mm dan untuk metode mCST sebesar 14,69 mm sehingga nilai error dengan metode mCST lebih besar dibandingkan dengan metode CST.



Gambar 3. Perbandingan Hasil Metode CST dan mCST terhadap Curah Hujan Observasi Saat Banjir Jakarta Timur

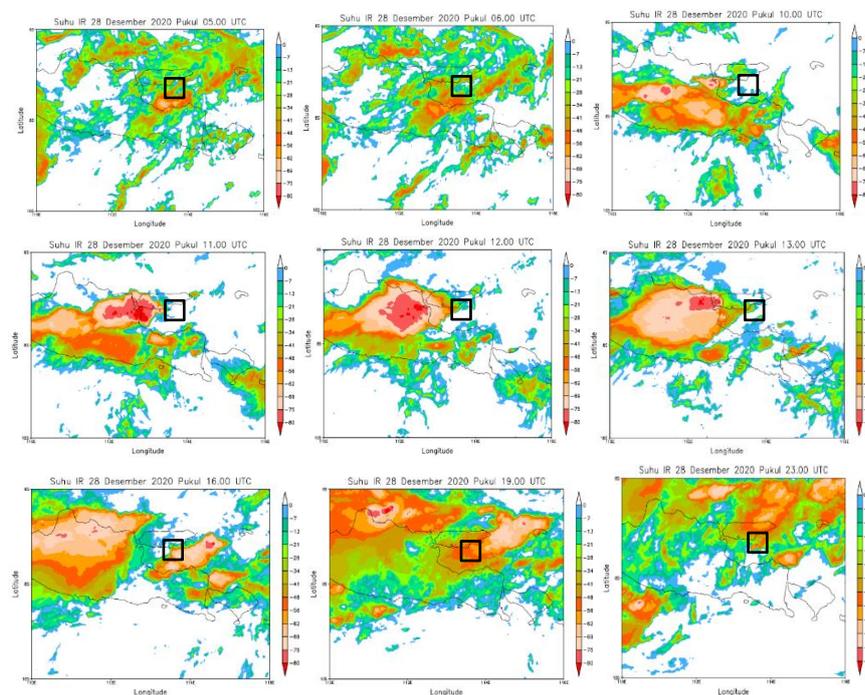
### Banjir di Surabaya

Berdasarkan Grafik *Time Series* (Gambar 4) pada koordinat wilayah Banyu Urip, awan mulai tumbuh pukul 03.00 UTC. Selanjutnya fase matang awan terjadi pada pukul 10.00-12.00 UTC yang ditandai dengan adanya penurunan suhu yang signifikan mencapai  $-80^{\circ}\text{C}$ . Pada pukul 13.00 UTC suhu puncak awan mulai menurun namun hingga pukul 23.00 UTC suhu puncak awan masih dibawah *freezing level*.



Gambar 4. Time Series Banjir di Surabaya

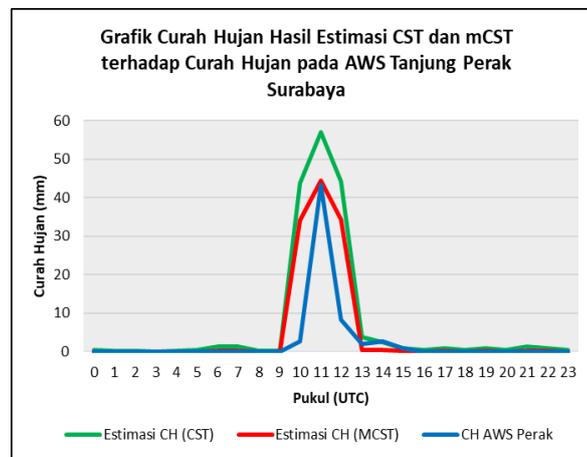
Berdasarkan Gambar 5, terpantau pada satelit Himawari-8 kanal IR bahwa terdapat awan kovektif *cumulonimbus* yang menutupi sebagian besar wilayah Jawa Timur. Awan ini mulai menutupi wilayah Surabaya pukul 05.00 UTC kemudian pada pukul 10.00 UTC awan mulai berubah menjadi fase matang dengan suhu puncak mencapai  $-80^{\circ}\text{C}$  tepat berada diatas wilayah Surabaya selama 2 jam. Kemudian pukul 13.00 UTC, inti awan mulai bergerak menjauh dari wilayah Surabaya menuju kearah Utara dan mulai meluruh menjauhi Pulau Jawa pada pukul 16.00 UTC.



Gambar 5. Citra Satelit Himawari-8 Pada Saat Kejadian Banjir Surabaya

Gambar 6 menunjukkan hasil perbandingan estimasi curah hujan CST dan mCST terhadap hasil observasi AWS di Stasiun Tanjung Perak Surabaya. Pada grafik menunjukkan hasil estimasi curah hujan mengikuti pola hujan hasil obervasi pada AWS. Hasil estimasi CST memiliki hasil yang lebih besar daripada mCST dan kedua hasil estimasi cenderung lebih besar

daripada hasil observasi. Namun, pada puncak hujan pada pukul 11.00 UTC hasil mCST (44.426 mm) lebih mendekati hasil observasi (43,2 mm).



Gambar 6. Perbandingan Hasil Metode CST dan mCST terhadap Curah Hujan Observasi Saat Banjir Surabaya

Kemudian berdasarkan hasil korelasi *pearson* (Tabel 2), metode CST memiliki nilai korelasi 0,775 dan mCST memiliki nilai korelasi 0,772. Hal ini menandakan bahwa metode CST memiliki korelasi yang lebih tinggi dibandingkan metode mCST, namun pada hasil kedua estimasi curah hujan baik CST maupun mCST memiliki korelasi yang kuat terhadap curah hujan hasil observasi AWS. Untuk nilai p-value pada kedua metode baik CST dan mCST memiliki nilai sebesar 0,00 ( $<0,05$ ) sehingga hasil estimasi CST dan mCST terbukti berhubungan secara signifikan terhadap curah hujan observasi pada saat banjir di Surabaya. Selain itu, hasil RMSE menunjukkan estimasi dengan metode CST memiliki nilai RMSE sebesar 11.512 mm sedangkan metode mCST memiliki nilai RMSE sebesar 8,353 mm, sehingga metode mCST memiliki nilai error yang lebih kecil daripada metode CST

Tabel 2. Hasil Verifikasi Metode CST dan mCST pada Banjir Jakarta Timur dan Surabaya

<b>Kejadian</b>	<b>Verifikasi</b>	<b>CST</b>	<b>mCST</b>
Banjir Jakarta Timur	Korelasi Pearson	0,632	0,600
	P-value	0,001	0,002
	RMSE	14,017	14,69
Banjir Surabaya	Korelasi Pearson	0,775	0,772
	P-value	0,000	0,000
	RMSE	11,512	8,353

## Simpulan

Metode CST dan mCST baik digunakan untuk mengestimasi curah hujan pada kedua kejadian banjir. Hubungan antara metode estimasi curah hujan CST dan mCST memiliki korelasi yang kuat dan signifikan terhadap curah hujan observasi pada dua kejadian banjir (korelasi pearson berkisar 0,6 - 0,775 dan p-value  $< 0,05$ ). Namun, metode CST memiliki nilai korelasi yang lebih kuat dibandingkan metode mCST pada dua kejadian banjir.

Pada kejadian banjir di Surabaya, nilai error yang dihasilkan lebih kecil apabila menggunakan metode mCST (8,353 mm). Sedangkan pada kejadian banjir di Jakarta nilai error pada kedua metode tidak jauh berbeda, namun metode CST memiliki nilai error yang lebih kecil (14,017 mm).

Berdasarkan pertumbuhan awan yang terpantau satelit Himawari-8, baik hasil curah hujan estimasi maupun curah hujan observasi memiliki kecocokan satu sama lain meskipun

pada kedua metode terus menerus terdapat curah hujan sedangkan pada hasil observasi tidak terdapat hujan. Hal ini dikarenakan adanya curah

## Daftar Pustaka

- [1] R. J. A. Putri, "Pemanfaatan Data Satelit Himawari - 8 Untuk Analisis Kejadian Hujan Sangat Lebat di Kabupaten Nabire, Papua Tengah (Tanggal 12, 21, dan 22 Maret 2016)," in *Prosiding SNSA*, 2016, pp. 195–204.
- [2] R. Hadiansyah, A. L. Indranata, A. K. Silitonga, and P. A. Winarso, "Kajian Kondisi Atmosfer Saat Kejadian Hujan Ekstrem di Padang Sumatera Barat (Studi Kasus Tanggal 14 Februari 2018).," *Pros. SNFA (Seminar Nas. Fis. dan Apl.*, vol. 3, no. 0, p. 246, Feb. 2019, doi: 10.20961/prosidingsnfa.v3i0.28556.
- [3] A. J. P. Andiani and R. M. Putra, "Penerapan Estimasi Curah Hujan dengan Metode CST dan MCST di Wilayah Tipe Hujan Ekuatorial dan Monsunal (Studi Kasus Pontianak, November 2014 dan Surabaya, Januari 2014)," in *Prosiding Seminar Hari Meteorologi Dunia 2016*, 2016, pp. 132–145.
- [4] Supari, F. Tangang, L. Juneng, and E. Aldrian, "Observed changes in extreme temperature and precipitation over Indonesia," *Int. J. Climatol.*, vol. 37, no. 4, pp. 1979–1997, 2017, doi: 10.1002/joc.4829.
- [5] A. Mulsandi, Mamenun, L. Fitriano, and R. Hidayat, "Perbaikan Estimasi Curah Hujan Berbasis Data Satelit Dengan Memperhitungkan Faktor Pertumbuhan Awan," *J. Sains Teknol. Modif. Cuaca*, vol. 20, no. 2, pp. 67–78, 2020, doi: 10.29122/jstmc.v20i2.3810.
- [6] A. J. P. Andani and Endarwin, "Kajian Penerapan Estimasi Curah Hujan Per Jam Memanfaatkan Metode Convective Stratiform Technique (CST) dan Modified Convective Stratiform Technique (mCST) di Pontianak," *J. Meteorol. klimatologi dan Geofis.*, vol. 3, no. 3, pp. 9–12, 2016.
- [7] R. F. Adler and A. J. Negri, "A Satellite Infrared Technique to Estimate Tropical Convective and Stratiform Rainfall," *J. Appl. Meteorol.*, vol. 27, no. 1, pp. 30–51, 1988.
- [8] Endarwin, S. Hadi, H. K. Bayong Tjasyono, D. Gunawan, and Siswanto, "Modified convective stratiform technique (Cstm) performance on rainfall estimation in indonesia," *J. Math. Fundam. Sci.*, vol. 46, no. 3, pp. 251–268, 2014, doi: 10.5614/j.math.fund.sci.2014.46.3.4.
- [9] A. V. Wulandari, K. R. Pratama, and P. Ismail, "Using Convective Stratiform Technique (CST) method to estimate rainfall (case study in Bali, December 14th 2016)," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1022, no. 1, pp. 1–6, 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1022/1/012039.
- [10] F. D. Claudia, C. P. Mawarni, K. K. Yulianti, and P. A. Winarso, "Utilization of estimated rainfall as an early warning system before flash flood event," *J. Phys. Theor. Appl.*, vol. 2, no. 2, p. 73, 2018, doi: 10.20961/jphystheor-appl.v2i2.30670.
- [11] E. Muschilati and N. Irsalinda, "Forecasting Tourist Visit Using the Vector Autoregressive Exogenous Method (VARX)," *J. Ilm. Mat.*, vol. 7, no. 2, pp. 81–87, 2020, doi: 10.26555/konvergensi.v7i2.19608.
- [12] R. A. Damanik, N. K. T. Dewi, A. V. Wulandari, and A. Fadlan, "Penggunaan Metode Modified Convective Stratiform Technique ( MCST ) Di Wilayah Tipe Curah Hujan Ekuatorial , Monsunal , dan Lokal ( Studi Kasus di Sintang , Jakarta , dan Ambon )," pp. 942–948, 2018.
- [13] A. V Nair, A. Rahman, M. Kasim, and M. Z. Salleh, "A review on the fluid structure

- 
- interaction of circular plates using numerical methods,” vol. 2, no. 2, pp. 43–53, 2020.
- [14] M. N. Islam, A. K. M. S. Islam, T. Hayashi, T. Terao, and H. Uyeda, “Application of a Method to Estimate Rainfall in Bangladesh Using GMS-5 Data,” *J. Nat. disaster Sci.*, vol. 24, no. 2, pp. 83–89, 2002.
- [15] S. B. Goldenbergl, R. A. Houze, and D. D. Churchill, “Convective and stratiform components of a winter monsoon cloud cluster determined from geosynchronous infrared satellite data,” *J. Meteorol. Soc. Japan*, vol. 68, no. 1, pp. 37–63, 1990, doi: 10.2151/jmsj1965.68.1\_37.
- [16] R. E. Lestari, A. R. Putri, and I. R. Nugraheni, “Analisis Korelasi Suhu Muka Laut dan Curah Hujan di Stasiun Meteorologi Maritim Kelas II Kendari Tahun 2005 – 2014,” *Pros. SNFA (Seminar Nas. Fis. dan Apl.*, vol. 2, p. 192, 2017, doi: 10.20961/prosidingsnfa.v2i0.16394.