

ANALISIS KEJADIAN HUJAN LEBAT MENGGUNAKAN DATA CITRA SATELIT HIMAWARI-8 (Studi Kasus Kota Manado, 16 Januari 2021)

Maria.O.R.Hutagalung^{1*}, Iqbal Gusranda¹, Daffa Adhitionsyah¹, Aditya Mulya¹

¹Program Studi Meteorologi Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika
Jalan Perhubungan I No.5 Pondok Betung, Bintaro, Kec. Pd. Aren, Kota Tangerang
Selatan, Banten 15221

Corresponding Email: maria.octavia.rosnauli.h@stmkg.ac.id

Abstrak

Pada tanggal 16 Januari 2021 sebagian besar wilayah di Kota Manado tergenang banjir dikarenakan hujan dengan intensitas yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab banjir di Kota Manado dengan melakukan analisis peta *streamline* dari *Berau of Meteorology* (BoM), data Satelit Himawari-8 dengan metode *Cloud Convective Overlays* (CCO) dan teknik *Red-Green-Blue* (RGB), data kelembaban dan *vertical velocity* dari ECMWF. Hasil analisis menunjukkan adanya sirkulasi monsun Asia dan pusat tekanan rendah di perairan laut Arafura dan Samudera Hindia sebelah barat daya pulau Sumatera yang menyebabkan konvergensi dan *shearline* di Kota Manado. Analisis citra satelit menunjukkan suhu inti awan yang mencapai -77.5°C dan sebaran awan konvektif yang terdeteksi dengan baik melalui metode CCO. Teknik RGB *airmass* menunjukkan adanya massa udara hangat dan awan tinggi yang tebal yang diketahui merupakan awan konvektif yang mengandung partikel es kecil melalui analisis RGB *day convective storm*. Analisis kelembaban udara menunjukkan kondisi atmosfer yang jenuh dari sebelum hingga saat kejadian hujan lebat dengan adanya gerakan vertikal ke atas yang mendorong pembentukan awan konvektif yang menjulang tinggi.

Kata-kata kunci:Banjir, CCO, RGB, Konvektif

Abstract

On 16 January 2021, most areas in Manado City were flooded due to high intensity rain. This study aims to determine the causes of flooding in Manado City by analyzing streamlined maps from *Berau of Meteorology* (BoM), Himawari-8 Satellite data using the *Cloud Convective Overlays* (CCO) method and the *Red-Green-Blue* (RGB) technique, Relative humidity and vertical velocity data from ECMWF. The results of the analysis show that there is an Asian monsoon circulation and a low pressure area in Arafura Sea and the Indian Ocean southwest of the island of Sumatra which causes convergence and *shearline* in Manado City. Analysis of satellite imagery shows that the cloud core temperature reaches -77.5°C and the distribution of convective clouds is well detected by the CCO method. The RGB *airmass* technique shows the presence of warm air masses and thick high clouds which are known to be convective clouds containing small ice particles through RGB *day convective storm* analysis. The air humidity analysis shows that the atmospheric conditions are saturated from before to

the time of heavy rains with an upward vertical movement that encourages the formation of towering convective clouds.

Keywords : Flood, CCO, RGB, convective

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Hujan lebat yang terjadi di Manado 16 Januari 2021 menyebabkan banjir dan tanah longsor dengan dampak yang cukup signifikan dimana terdapat 8 kelurahan yang terkena dampak dan 6 orang dikabarkan meninggal dunia. Luas daerah perairan Indonesia lebih besar dibandingkan luas daratannya sehingga Indonesia sering disebut negara kepulauan yang dilalui ekuator. Indonesia yang terletak di wilayah ekuatorial identik dengan awan – awan konvektif aktif (TJASYONO HK, 2004). Faktor yang dapat menyebabkan banjir dapat terjadi karena faktor alami dan akibat aktivitas manusia. (Kodoatie, 2013). Beberapa penyebab banjir yang sering terjadi diantaranya kenaikan muka air akibat akumulasi curah hujan yang berlebihan, perubahan suhu yang signifikan, tanggul/bendungan yang jebol, salju yang mencair dengan cepat, tersumbatnya aliran air di tempat lain, sedangkan daerah perkotaan dapat mengalami banjir lokal pada musim hujan (Sebastian, 2008). Dengan melakukan analisis citra satelit produk Himawari-8 tanggal 15-16 Januari 2021, maka penelitian ini bermaksud untuk mengetahui penyebab banjir di Kota Manado 16 Januari 2021 berdasarkan citra satelit Himawari-8.

1.2. Teori

1.2.1. *Cloud Convective Overlays*

Metode CCO dimanfaatkan banyak penelitian sebelumnya untuk mendeteksi sebaran awan konvektif. Dengan memanfaatkan selisih beberapa kanal dan ambang batas tertentu untuk mendeteksi daerah yang tertutup oleh awan konvektif dan daerah yang tertutup awan tinggi. Metode ini menggunakan data kanal 13, kanal 15, dan kanal 8. Banyak penelitian sebelumnya yang berhasil menggunakan metode ini untuk mendeteksi sebaran awan konvektif (Ramdani, 2021; Hastuti & Mulsandi, 2017) Algoritma yang digunakan pertama adalah metode *split windows* untuk mendeteksi keberadaan dari awan konvektif dan awan cirrus tipis dimana nilai threshold $IR1-IR2 \leq 2$. Selanjutnya yaitu dengan metode algoritma *Dual Channel Difference* yang cocok digunakakan untuk membedakan awan konvektif dari awan rendah dengan nilai threshold $IR1-IR3 \leq 3$ (Syaifullah & Nuryanto, 2016).

1.2.2. *RGB (Red,Green,Blue)*

RGB merupakan salah satu metode untuk mendapatkan informasi representasi keadaan atmosfer atau permukaan dari Satelit Himawari-8 dengan memanfaatkan warna primer (merah, hijau, biru) pada citra satelit. Penelitian sebelumnya memanfaatkan metode ini untuk mendeteksi awan konvektif, massa udara, dan partikel yang terkandung dalam awan (Dwitrisna & Haryanto, 2022; Abay, 2021) Dalam penelitian ini, metode RGB digunakan untuk mengetahui keberadaan awan konvektif dan partikel awan didalamnya selama periode waktu kejadian banjir. Metode RGB yang digunakan untuk menganalisis awan konvektif dan jenis massa udaranya dalam penelitian ini yaitu *Airmass*, dan *Day Convective Storms*.

RGB *Airmass* dimanfaatkan untuk merepresentasikan jenis massa udara dan massa udara kering di lapisan stratosfer yang mengalami *downdraft* karna *jet stream* dan vortisitas potensial. (Shimizu, 2020). Untuk mengidentifikasi sebaran awan konvektif di siang hari, RGB *Day Convective Storm* efektif digunakan dan dapat dimanfaatkan untuk mengetahui jenis

partikel dalam awan dan *updraft* yang mengindikasikan terjadinya badai (Shimizu, 2020). Tabel 1 dan tabel 2 menunjukkan komposisi *band* dan interpretasi warna skema RGB.

Tabel 1. Komposisi band

Skema	Color	Band	Panjang Gelombang (μm)
<i>Airmass</i>	Red	B10-B08	7.3-6.2
	Green	B13-B12	10.4-9.6
	Blue	B08	6.2
<i>Day Convective Storm</i>	Red	B10-B08	7.3-6.2
	Green	B13-B07	10.4-3.9
	Blue	B03-B05	0.64-1.6

Tabel 2. Interpretasi warna

Skema	Warna	Interpretasi
		Awan tinggi yang tebal
		Awan menengah yang tebal
		Awan rendah yang tebal (<i>low latitude</i>)
		Awan rendah yang tebal (<i>high latitude</i>)
<i>Airmass</i>		<i>JET (high PV, descending dry stratospheric air)</i>
		Massa udara dingin
		Massa udara hangat (<i>high humidity at upper tropopause</i>)
		Massa udara hangat (<i>low humidity at upper tropopause</i>)
		<i>Deep precipitating cloud with large ice particles</i>
		<i>Deep precipitating cloud with small ice particles</i>
<i>Day Convective Storm</i>		Awan cirrus tipis dengan partikel es besar
		Awan cirrus tipis dengan partikel es kecil
		Lautan
		Daratan

II. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu wilayah Kota Manado, Sulawesi Utara yang secara astronomis terletak di 124°40' - 124°50' BT dan 1°30' - 1°40' LU (Gambar 1)



Gambar 1. Lokasi penelitian

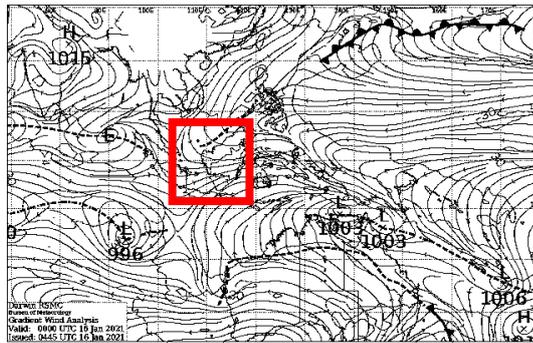
2.2. Data dan Metode

Data dan metode yang digunakan yaitu:

- 1) Data *streamline* : diperoleh dari *Bureau of Meteorology (BoM)* untuk produk tanggal 16 Januari 2021
- 2) Data satelit Himawari-8 : Data dari 16 kanal selama periode 15- 16 Januari 2021 dalam format sataid (.z) yang didapatkan dari BMKG, dan diolah menggunakan *software* SATAID untuk menginterpretasikan RGB, SWA, *time series* dan kontur suhu puncak awan. Data format (.nc) dari kanal 8,13,dan 15 diolah dengan aplikasi GrADS untuk menampilkan sebaran awan konvektif.
- 3) Data *Vertical Velocity*, dan *Relative Humidity* Kota Manado : diperoleh dari ECMWF dengan format data netCDF untuk periode waktu 14-17 Januari 2021 yang diolah menggunakan aplikasi GrADS.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis *Streamline*

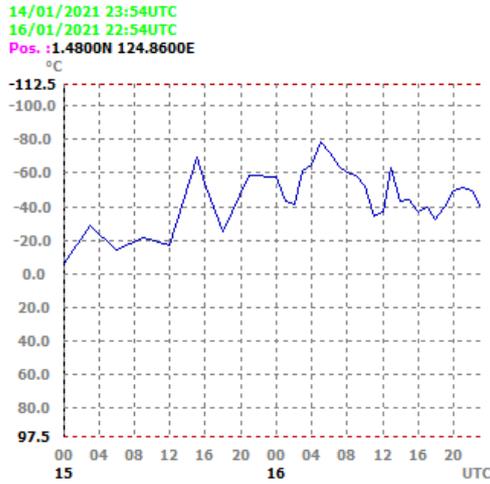


Gambar 2. Streamline tanggal 16 Januari 2021 pukul 00 UTC

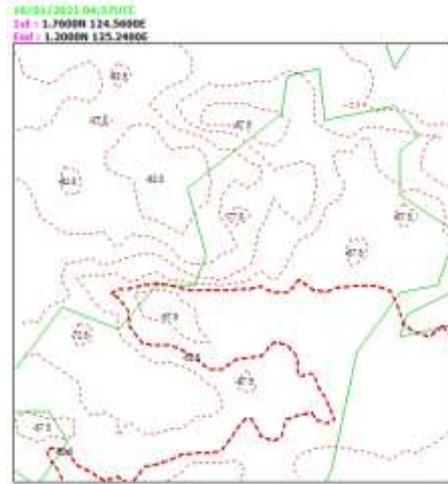
Berdasarkan analisis dari peta *streamline* 16 Januari 2021 pukul 00 UTC, terlihat bahwa arah angin dominan di Indonesia berasal dari arah utara hingga timur laut yang menandakan pola sirkulasi monsun Asia masih berlaku dalam periode ini sehingga membawa massa udara basah ke benua maritim Indonesia dan mendorong terbentuknya awan konvektif. Daerah bertekanan rendah terdeteksi di perairan laut Arafura dan Samudera Hindia sebelah barat daya pulau Sumatera. Pusat tekanan rendah ini membentuk aliran siklonik dan menyebabkan pertemuan massa udara di sekitar pulau Sulawesi dan membentuk belokan angin (*shearline*)

yang mendukung terjadinya penumpukan massa udara dan mendorong terjadinya awan-awan konvektif di sekitar daerah tersebut.

3.2. Analisis Time Series Dan Kontur Suhu Puncak Awan



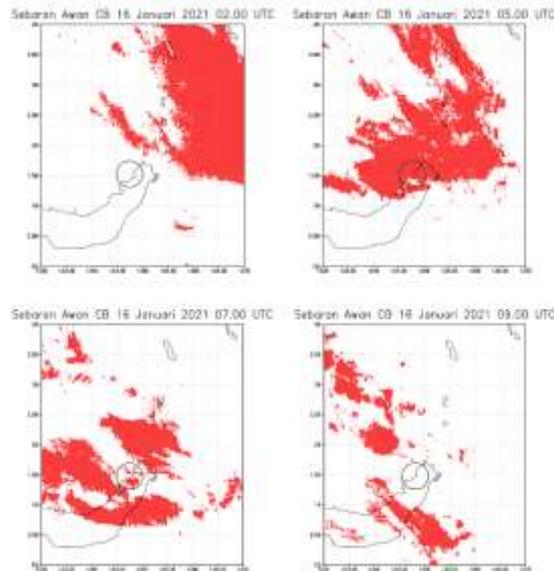
Gambar 3. Grafik *times series* suhu puncak awan 15-16 Januari 2021 Kota Manado



Gambar 4. Kontur Suhu Puncak Awan 16 Januari 2021 pukul 05 UTC

Grafik *time series* (gambar 3) dari kanal *Infrared* menunjukkan suhu puncak awan di Kota Manado mengalami penurunan suhu yang signifikan dari tanggal 15 Januari 2021 pukul 00 UTC hingga pukul 15 UTC. Penurunan suhu ini sempat mengalami kenaikan dan turun lagi hingga mencapai titik puncaknya pada 16 Januari 2021 pukul 05 UTC, kemudian mulai punah dengan mengalami kenaikan suhu secara bertahap. Kontur suhu puncak awan di wilayah Kota Manado 16 Januari 2021 pukul 05 UTC (gambar 4), mendeteksi adanya inti awan konvektif yang mencapai suhu -77.5°C tersebar di wilayah daratan Manado dan inti awan dengan suhu -82.5°C di sekitar pesisir Kota Manado.

3.3. Analisis Cloud Convective Overlays (CCO)

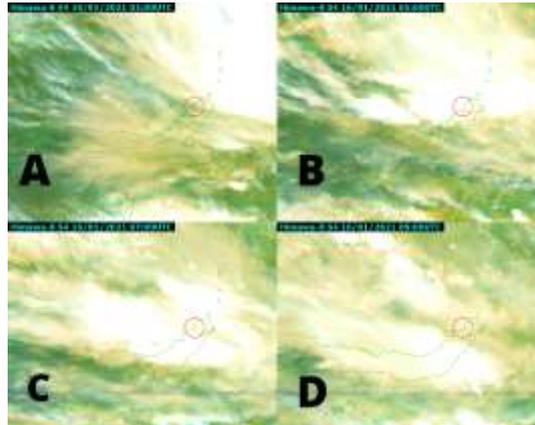


Gambar 5. Sebaran Awan CB di Kota Manado 16 Januari 2021

Berdasarkan persebaran awan Cb melalui metode CCO (gambar 5), selaras dengan *time series* dari gambar 3, yang menunjukkan benar adanya awan Cb terdeteksi di sekitaran wilayah Kota Manado yang ditunjukkan dengan daerah berwarna merah pada peta. Terlihat pada pukul 02 UTC awan Cb bergerak menuju wilayah penelitian, dan pukul 05 UTC sudah berada pada wilayah penelitian dimana terjadinya suhu puncak disaat yang bersamaan, dan pukul 07 dan 09 UTC mendeteksi awan konvektif yang mulai meluruh dari wilayah penelitian.

3.4. Analisis RGB

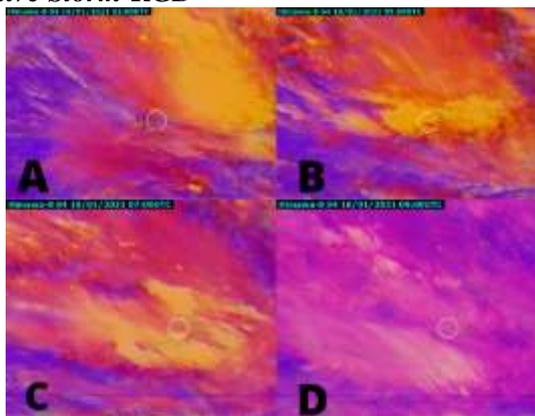
3.4.1. Airmass-*RGB*



Gambar 6. *Airmass-*RGB** Manado pukul (a) 02 UTC, (b) 05 UTC, (c) 07 UTC, (d) 09 UTC

Berdasarkan citra satelit (Gambar 6) menunjukkan sebaran karakteristik awan dengan cukup baik. Pada gambar 6a terlihat disekitar Manado memiliki massa udara hangat dengan kelembaban yang tinggi di bagian atas tropopause ditandai dengan daerah yang berwarna hijau muda. Massa udara hangat ini menjadi sumber pertumbuhan awan konvektif yang cukup besar. Sementara itu daerah berwarna putih yang menandakan awan tinggi yang tebal makin mendekati daerah Manado. Gambar 6b menunjukkan awan tinggi tebal telah berada di daerah Manado. Gambar 6c,6d menunjukkan awan tinggi tebal mulai bergeser ke arah tenggara dan mulai meluruh.

3.4.2. *Day Convective Storm-*RGB**

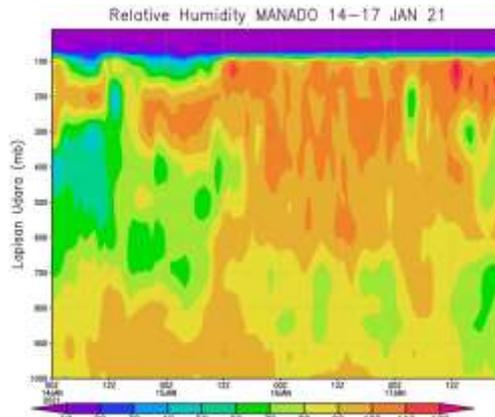


Gambar 7. *DCS-*RGB** Manado pukul (a) 02 UTC, (b) 05 UTC, (c) 07 UTC, (d) 09 UTC

Metode *Day Convective Storm-*RGB** dapat menginterpretasikan sebaran awan konvektif dengan cukup efektif. Gambar 7a di daerah Manado menunjukkan daerah dominan diselimuti

awan Cirrus tipis yang ditandai dengan daerah berwarna ungu sementara awan konvektif dengan updraft kuat yang mengandung partikel es kecil mulai mendekati lokasi penelitian. Gambar 7b memperlihatkan awan konvektif sudah berada di atas Kota Manado dengan tekstur yang menggumpal dengan jelas. Gambar 7c,7d memperlihatkan sebaran awan konvektif mulai meluruh dan menyebar. Penampakan citra gambar 7d kurang dapat memberikan informasi dengan baik dikarenakan kurangnya energi cahaya matahari untuk dipantulkan.

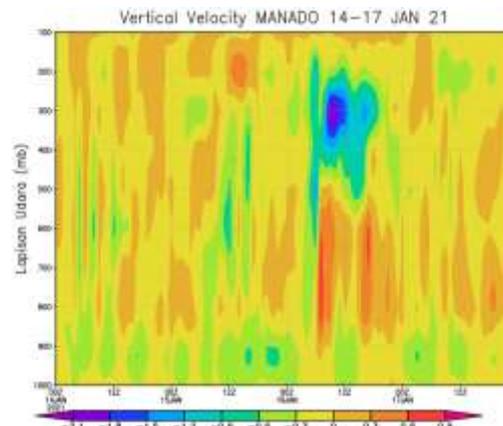
3.5. Analisis Kelembaban



Gambar 8. Relative Humidity Kota Manado 14-17 Januari 2021

Hasil pengolahan data secara vertikal di Kota Manado pada 14-17 Januari 2021, terlihat nilai kelembaban udara sebelum hingga saat kejadian terus mengalami peningkatan. Pada tanggal 14 Januari nilai kelembaban dari lapisan 1000 mb sampai 800 mb berkisar antara 80-100%. Lapisan 700 mb hingga 500 mb nilainya lebih rendah antara 50-70%. Ditanggal 15-16 Januari nilai kelembaban lebih meningkat lagi dengan kelembaban lapisan permukaan merata dengan nilai 90% dan lapisan 800 mb ke atas mulai mengalami peningkatan kelembaban hingga 90% yang menandakan lapisan atmosfer Kota Manado dalam keadaan jenuh dan mengandung uap air yang banyak sehingga mendukung proses pertumbuhan awan hujan. Kemudian pada tanggal 17 Januari setelah kejadian hujan lebat nilai kelembaban udara di lapisan permukaan mulai menurun bervariasi antara 60-90% namun belum mengalami perubahan yang signifikan termaksud pada lapisan atasnya.

3.6. Analisis Vertical Velocity



Gambar 9. Vertical Velocity Kota Manado 14-17 Januari 2021

Hasil pengolahan data secara vertikal di Kota Manado pada 14-17 Januari 2021, terlihat *vertical velocity* rata-rata bernilai negatif. Pada tanggal 14-15 Januari di lapisan 1000 mb hingga 100 mb dominan bernilai 0 sampai -1,5 Pa/s. Pada tanggal 16 Januari di lapisan 500 mb hingga 200 mb nilai *vertical velocity* rendah berkisar -0,6 Pa/s sampai -2,1 Pa/s. Kemudian di lapisan 1000 mb hingga 500 mb bervariasi dominan antara 0 sampai 0,9 Pa/s. Nilai negatif menandakan adanya gerakan massa udara yang terangkat vertikal ke atas, dimana massa udara lembab yang terangkat dapat mendorong pertumbuhan awan konvektif di lapisan atas. Nilai positif menunjukkan adanya massa udara yang bergerak ke bawah yang dapat diindikasikan sebagai meluruhnya awan konvektif tersebut.

IV. KESIMPULAN

Hasil dan pembahasan menunjukkan bahwa kejadian banjir di Kota Manado 16 Januari 2021 berdasarkan data *streamline* disebabkan oleh adanya sirkulasi monsun Asia dan pusat tekanan rendah di perairan laut Arafura dan Samudera Hindia bagian barat daya pulau Sumatera yang menyebabkan pertemuan aliran massa udara (konvergensi) dan pembelokkan arah angin (*shearline*) di sekitar wilayah Kota Manado yang dapat mengindikasikan terjadinya aktivitas konvektif. Aktivitas konvektif ini ditandai dengan suhu inti awan yang mencapai -77.5°C pukul 05 UTC 16 Januari 2021 di Kota Manado dan persebaran awan konvektif yang terdeteksi dengan baik dengan metode CCO dan RGB. Pergerakan awan konvektif terlihat berada di atas Kota Manado kemudian menuju arah tenggara. Kondisi kelembaban atmosfer yang sangat jenuh dan adanya gerakan massa udara vertikal ke atas juga mendukung pertumbuhan awan konvektif yang menjulang tinggi pada periode kejadian.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Abay, F. M. J. (2021). Analisis Dinamika Atmosfer Dan Distribusi Awan Konvektif Menggunakan Teknik Red Green Blue (RGB) Pada Citra Satelit Himawari-8: Studi Kasus Banjir Jakarta 30 Desember 2019 - 1 Januari 2020. *Megasains*, 12(1), 34–39. <https://doi.org/10.46824/megasains.v12i1.42>
- Dwitrisna, M. F., & Haryanto, Y. D. (2022). Analisis Sebaran Awan Konvektif Penyebab Banjir Di Kabupaten Nganjuk Menggunakan Metode Red Green Blue dan Cloud Convective Overlays. *KELUWIH: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 3(1), 42–50. <https://doi.org/10.24123/saintek.v3i1.4543>
- Hastuti, M. I., & Mulsandi, A. (2017). Pemantauan Sebaran Awan Konvektif Menggunakan Metode Cloud Convective Overlays dan Red Green Blue Convective Storms pada Satelit Himawari-8 (Studi Kasus : Hujan Ekstrim Bima 21 Desember 2016) Monitoring Convective Cloud Dispersion Using Cloud Convective. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh Ke-4 Tahun 2017*, 8, 477–483.
- Kodoatie, R. J. (2013). Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota. In *Yogyakarta : ANDI*, 2013.
- Ramdani, R. F. (2021). Analisis Kejadian Hujan Lebat dan Banjir Kabupaten Pati Menggunakan Metode Cloud Convective Overlays dan Red Green Blue Convective Storms pada Satelit Himawari 8. *Jurnal Penelitian Sains*, 23(3), 150. <https://doi.org/10.56064/jps.v23i3.647>
- Sebastian, L. (2008). Pendekatan Banjir dan Penanggulangan Banjir. *Dinamika Teknik Sipil*, 8, 162--169.

- Shimizu, A. (2020). Introduction to Himawari-8 RGB composite imagery. *METEOROLOGICAL SATELLITE CENTER TECHNICAL NOTE*, 65, 42. <https://www.data.jma.go.jp/mscweb/technotes/msctechrep65-1.pdf>
- Syaifullah, M. D., & Nuryanto, S. (2016). PEMANFAATAN DATA SATELIT GMS MULTI KANAL UNTUK KEGIATAN TEKNOLOGI MODIFIKASI CUACA. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 17(2), 47. <https://doi.org/10.29122/jstmc.v17i2.525>
- TJASYONO HK, B. (2004). *Klimatologi*.