

Vol. 5 No. 2 (2024), Halaman 137-143



# GEOGRAPHIA

Jurnal Pendidikan dan Penelitian Geografi

ISSN: 2774-6968

## APLIKASI PRODUK RADAR C-BAND DALAM IDENTIFIKASI AWAN PENGHASIL HUJAN ES (STUDI KASUS: BOGOR, 24 JANUARI 2022)

Wahyu Sulistiyono<sup>1\*</sup>, Nadhilah Humairah Salwa Salsabil<sup>2</sup>, Shandy Alhaq Ramadhan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Stasiun Meteorologi Kelas I Tjilik Riwut-Palangkaraya, <sup>2</sup>Stasiun Meteorologi Kelas I Hasanuddin-Makassar,

<sup>3</sup>Stasiun Meteorologi Kelas IV Sanggu-Barito Selatan

Email: [wahyu.sulistiyono@stmkg.ac.id](mailto:wahyu.sulistiyono@stmkg.ac.id)<sup>1\*</sup>, [nadhilah.salsabil@bmgk.go.id](mailto:nadhilah.salsabil@bmgk.go.id)<sup>2</sup>, [shandy.ramadhan@bmgk.go.id](mailto:shandy.ramadhan@bmgk.go.id)<sup>3</sup>

Website Jurnal: <http://ejurnal.unima.ac.id/index.php/geographia>



Akses dibawah lisensi CC BY-SA 4.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

DOI: 10.53682/gjppg.v5i2.8577

(Diterima: 04-02-2024; Direvisi: 22-09-2024; Disetujui: 16-11-2024)

### ABSTRACT

*The study on the development and convective weather conditions in Bogor, Indonesia, was conducted on January 24, 2022. The research aimed to understand the process of development and convective weather conditions using a data radar system. The Bogor area was surveyed using the Tangerang Radar with a 50-km radius. The study used quantitative research based on the Radar Cuaca data and collected data from CMAX, VIL, and Zhail data from the Gematronik Raw Data radar to understand the weather conditions and wind conditions. The results showed that the development and convective weather conditions were observed at 06.03 UTC with a maximum reflektifitas of 40-45 dBz, reaching peak at 06.35 UTC with a maximum reflektifitas of 56.5 dBz. The wind conditions were observed at 08.19 UTC with reflektiviti values below 40-45 dBz. The highest wind speed was identified at 06.35 UTC with a 76.77% probability, similar to the CMAX product.*

**Keywords:** Doppler Radar, Flood, Heavy rain.

### ABSTRAK

*Kajian perkembangan dan kondisi cuaca konvektif di Bogor, Indonesia, dilakukan pada tanggal 24 Januari 2022. Penelitian bertujuan untuk memahami proses perkembangan dan kondisi cuaca konvektif dengan menggunakan sistem data radar. Wilayah Bogor disurvei menggunakan Radar Tangerang dengan radius 50 km. Penelitian menggunakan penelitian kuantitatif berdasarkan data Radar Cuaca dan mengumpulkan data CMAX, VIL, dan Zhail dari radar Gematronik Raw Data untuk memahami kondisi cuaca dan kondisi angin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi cuaca perkembangan dan konvektif teramati pada pukul 06.03 UTC dengan reflektifitas maksimum 40-45 dBz, mencapai puncak pada pukul 06.35 UTC dengan reflektifitas maksimum 56,5 dBz. Kondisi angin teramati pada pukul 08.19 UTC dengan nilai reflektifitas dibawah 40-45 dBz. Kecepatan angin tertinggi teridentifikasi pada pukul 06.35 UTC dengan probabilitas 76,77%, serupa dengan produk CMAX.*

**Kata Kunci:** Banjir, Hujan lebat, Radar Doppler

## PENDAHULUAN

Hujan es merupakan bentuk presipitasi berupa bola, potongan, maupun serpihan es yang disebabkan oleh sistem konvektif yang sangat kuat. Sistem ini menghasilkan proses koalisi dan koalisensi dari pencampuran komponen *supercooled water* dengan kristal es yang menghasilkan presipitasi berupa hujan es (Rauber et al., 2009). Hujan es dihasilkan dari sel awan *Cumulonimbus* baik dari *ordinary cell*, *multicell*, dan *supercell* yang berkembang melewati *freezing level* pada ketinggian diatas 16.000 kaki, dimana pada lapisan ini suhu udara bernilai dibawah 0 derajat Celcius (Holleman, 2018).

Posisi wilayah Indonesia yang dekat dengan daerah Lintang 0<sup>0</sup> menyebabkan ketinggian *Freezing Level* di atmosfer berada pada lapisan yang lebih tinggi daripada wilayah diluar iklim tropis yang memiliki lapisan *Freezing Level* lebih rendah. Lapisan *Freezing Level* yang relatif lebih tinggi pada wilayah tropis menyebabkan hujan es jarang terjadi, dikarenakan komponen kristal es mengalami fase meleleh dengan durasi yang lebih lama (Fadholi, 2012). Komponen es yang jatuh ke permukaan telah meleleh dan jatuh sebagai presipitasi droplet hujan.

Pembentukan hujan es terjadi secara intensif pada kondisi Awan *Cumulonimbus* yang memiliki nilai *Updraft* kuat disertai kondisi atmosfer yang labil dan jumlah konsentrasi air cair yang tinggi (Tjasyono, 2006). Menurut Madjid (2018), hujan es umumnya sering terjadi pada musim peralihan, dikarenakan pada musim peralihan kondisi atmosfer masih sangat lembab dan labil, disertai pemanasan permukaan yang kuat sehingga mendukung pembentukan Awan *Cumulonimbus* secara vertikal.

Peristiwa hujan es yang terjadi di wilayah Bogor merupakan bentuk fenomena meteorologi yang disebabkan oleh adanya aktivitas awan konvektif *Cumulonimbus*. Peristiwa ini terjadi pada tanggal 24 Januari 2022 di Kecamatan Karadenan Kabupaten Bogor. Berdasarkan informasi BNPB (2022), peristiwa hujan lebat terjadi di lingkup area Bogor dan disertai hujan es untuk daerah Karadenan. Fenomena hujan es ini perlu dikaji secara lebih lanjut dikarenakan fenomena hujan es merupakan tanda adanya aktivitas konvektif di atmosfer. Kajian serta analisis hujan es dapat dilakukan dengan menggunakan instrumen

radar. Menurut Schowengerdt (2006), Radar Cuaca dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis awan konvektif serta waktu hidup dan arah pergerakannya.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dinamika perkembangan awan penghasil hujan es pada tanggal 24 Januari 2022 di wilayah Bogor, khususnya wilayah Karadenan. Penelitian ini menggunakan produk CMAX, VIL, dan ZHail hasil pengolahan dari *Raw Data* radar cuaca gematronik untuk mengetahui kondisi fisis dan dinamis awan penghasil hujan es pada kejadian tersebut. Pada penelitian ini hanya membatasi lingkup wilayah Bogor dan sekitarnya, serta instrumen yang digunakan hanya menggunakan Radar Cuaca tanpa menggunakan instrumen penginderaan lain.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan daerah penelitian di wilayah Bogor, khususnya daerah Karadenan yang merupakan wilayah tempat kejadian hujan es. Informasi terkait titik penelitian ditampilkan pada Gambar 1. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah Data Radar Cuaca Tangerang pada tanggal 24 Januari 2022 dengan resolusi spasial 0,5 km dan resolusi temporal 10 menit, data radar ini dimanfaatkan dalam analisa kondisi pembentukan awan konvektif pada wilayah penelitian dan sekitarnya.

Tahap awal penelitian dimulai dengan mengumpulkan *Raw Data* Radar Cuaca Tangerang, dengan tipe *C-Band Single Polar*. *Data Raw* Radar kemudian diolah menggunakan aplikasi Rainbow 5.49 untuk menghasilkan visualisasi data dalam bentuk produk CMAX, VIL, dan ZHail. Pada tahap berikutnya, hasil keluaran produk dianalisis dengan mengidentifikasi pola sebaran awan, data nilai reflektivitas pada pola sebaran awan, serta struktur vertikal awan pada tahap mikrofisis awan. Penggunaan produk CMAX dapat berfungsi sebagai indikator nilai reflektivitas awan konvektif, seperti dalam penelitian Al Habib et al., (2019); Efendi et al., (2019); Prasetyo et al., (2020); Purba, (2019). Kemudian Produk VIL (*Vertical Integrated Liquid*) menunjukkan nilai dari kandungan uap air di atmosfer secara vertikal, ketika batas atas dan batas bawah ketinggian yang ditentukan berada di atas *freezing level*, nilai VIL yang tinggi akan mengindikasikan adanya potensi badai dan hail, seperti yang dilakukan dalam

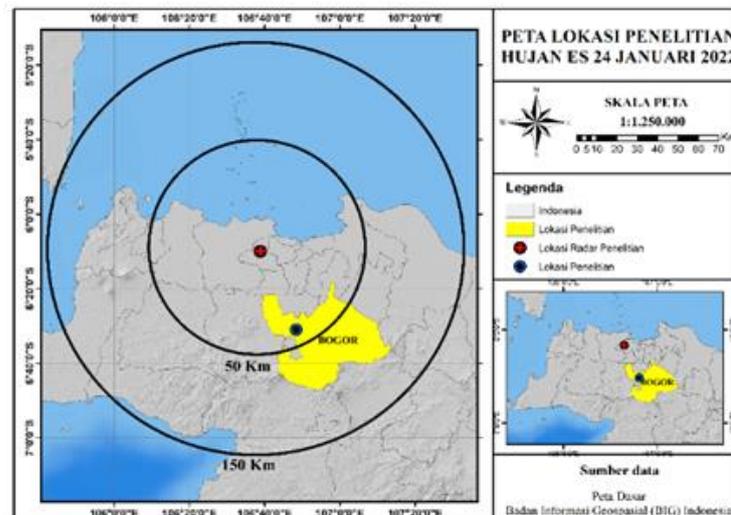
penelitian [Nugroho et al., \(2019\)](#). Produk VIL ini dapat memberikan tampilan potensi konsentrasi uap air yang diasumsikan akan jatuh ke permukaan sehingga dapat mengestimasi curah hujan ([Hidayah et al., 2019](#)). Berikutnya, produk ZHAIL digunakan untuk melihat probabilitas kejadian hail digunakan produk ZHAIL dengan terlebih dahulu mengetahui ketinggian freezing level dan batas ambang reflektivitas kejadian hail yaitu 55 dBz, seperti pada penelitian [Nugroho et al., \(2019\)](#); [Kristianto et al., \(2018\)](#).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Pada Produk CMAX yang Telah di-overlay dengan Produk SSA (*Storm Structure Analysis*)

Produk pertama yang digunakan untuk menganalisis kejadian hujan es di Bogor, khususnya Kelurahan Karedenan adalah CMAX (*Column Maximum*) yang di-overlay

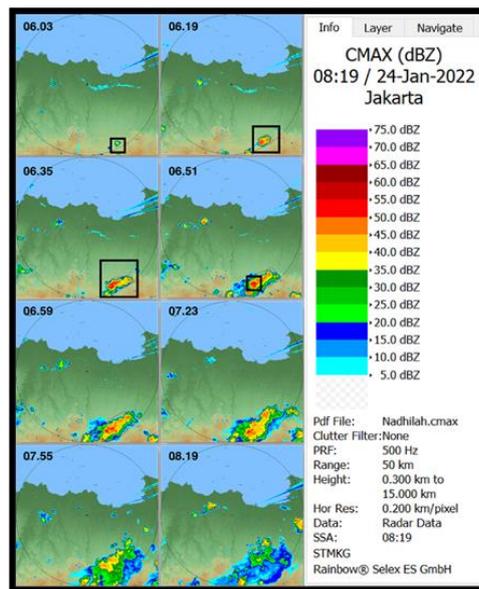
dengan produk SSA (*Storm Structure Analysis*). Produk CMAX digunakan untuk mengidentifikasi nilai reflektivitas maksimum dalam suatu kolom dari berbagai elevasi *scanning* yang dilakukan radar cuaca. Identifikasi nilai reflektivitas diperlukan dalam menganalisis potensi kejadian hujan es dikarenakan tidak semua awan dapat menyebabkan fenomena tersebut, namun terdapat nilai ambang batas dimana suatu sistem dapat dikatakan berpotensi menyebabkan fenomena hujan es. [Muaya, dkk. \(2019\)](#), melakukan modifikasi terhadap metode [Waldvogel \(1979\)](#), dalam penelitian tersebut ditemukan bahwa nilai reflektivitas minimum sebesar 53 dBZ lebih efektif dalam mendeteksi potensi kejadian hujan es dalam radius <100 km dari pusat radar. Sementara penggunaan produk SSA berguna dalam mengidentifikasi ukuran sistem awan yang memiliki nilai reflektivitas pada rentang yang telah ditentukan.



**Gambar 1. Keterangan Lokasi Penelitian pada Kecamatan Karedenan, Bogor.**

Berdasarkan [Gambar 2](#) diketahui bahwa mulai terdapat pertumbuhan awan pada pukul 06.03 UTC dengan nilai reflektivitas maksimum pada rentang 40-45 dBZ. Pertumbuhan mulai nampak signifikan pada pukul 6.19 UTC, dimana sistem mengalami peningkatan nilai reflektivitas menjadi 51 dBZ, namun nilai tersebut belum memenuhi *threshold* yang ditentukan jika mengacu pada [Muaya, dkk.\(2019\)](#). Puncak nilai reflektivitas sistem tercatat pada pukul 06.35 UTC 56,5 dBZ dan telah melampaui *threshold* yang telah ditentukan. Selanjutnya, pada pukul 06.51 hingga 07.23 UTC, nilai reflektivitas inti awan bervariasi pada rentang 54,0-55,5 dBZ. Pukul

07.55 UTC, nilai reflektivitas dari inti sistem mengalami penurunan, yang pada akhirnya mencapai nilai 50,5 dBZ dan tidak bisa digolongkan sebagai sistem awan yang berpotensi menyebabkan kejadian hujan es ([Muaya dkk., 2019](#)). Sistem mencapai akhir masa hidupnya pada pukul 08.19 UTC dengan semakin kecil nilai reflektivitas yang tercatat pada inti sistem, yaitu pada rentang 40-45 dBZ. Berdasarkan analisis terhadap hasil produk CMAX, dapat diketahui bahwa di wilayah penelitian pada pukul 06.03 hingga 08.19 terdapat pertumbuhan sistem awan yang berpotensi menyebabkan kejadian hujan es.



**Gambar 2. Produk CMAX Overlay dengan Produk SSA**

Hasil dari produk SSA baru dapat mengidentifikasi ciri-ciri sistem badai pada pukul 06.19 UTC, pada saat itu sistem memiliki luas 88 km<sup>2</sup> yang kemudian berkembang cukup signifikan hingga pukul 06.35 UTC. Pada waktu tersebut, sistem tercatat memiliki luas 210 km<sup>2</sup>. Pada pukul 06.59 UTC, sistem badai semakin meluas hingga mencapai 420 km<sup>2</sup>, nilai tersebut merupakan yang tertinggi selama fase hidup sistem. Mulai pukul 07.23 UTC sistem mengalami penyusutan, kemudian pada pukul 07.55 sistem tercatat memiliki luas 205 km<sup>2</sup>. Luas sistem pada pukul 08.19 UTC tidak dapat teridentifikasi dengan menggunakan produk SSA, hal tersebut mungkin terjadi dikarenakan sistem badai yang tersisa tidak dapat memenuhi nilai ambang batas yang telah ditetapkan dalam pengaturan produk sebelumnya. Selama fase hidup sistem badai, hanya terdapat satu waktu dimana produk SSA dapat melakukan *clustering* pada inti sistem, yaitu pada pukul 06.51 UTC. Pada waktu tersebut, inti badai dengan nilai reflektivitas >50 dBZ memiliki luasan 27 km<sup>2</sup>. Hasil ini menunjukkan bahwa pada waktu tersebut terjadi penguatan pertumbuhan inti sistem dengan nilai reflektivitas yang tinggi.

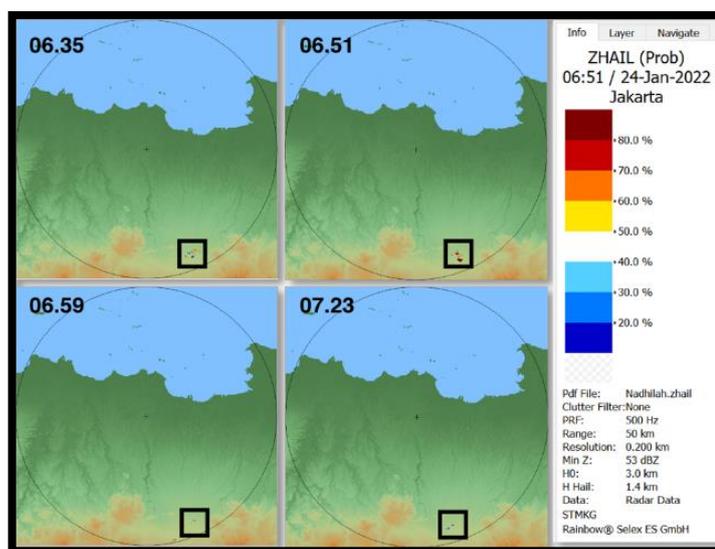
#### **Analisis Probabilitas Hujan Es Berdasarkan Produk ZHAIL**

Pada [Gambar 3](#) menunjukkan hasil pengolahan produk ZHAIL terhadap data Radar Cuaca Cengkareng dengan satuan yang ditampilkan yaitu probabilitas kejadian dalam

bentuk presentase. Pengaturan produk ZHAIL mengacu pada hasil penelitian [Muaya, dkk. \(2019\)](#), dengan menetapkan nilai ambang batas bawah sistem awan yang berpotensi menyebabkan hujan es sebesar 53 dBZ. Hasil yang didapatkan pada pukul 06.35 terdapat probabilitas sebesar 76,77%. Namun, probabilitas kejadian tertinggi tercatat pada pukul 06.51 dengan probabilitas 100%. Hal ini sedikit berbeda bila dikaitkan dengan nilai reflektivitas yang tercatat, dimana pada pukul 06.35 UTC nilai reflektivitas maksimum dapat teramati sebesar 65,5 dBZ, sedangkan pada pukul 06.51 UTC sebesar 55,5 dBZ.

Namun, pada hasil produk SSA dijelaskan bahwa hanya pada pukul 06.51 UTC dapat diidentifikasi ciri-ciri dari inti sistem tersebut, yang menandakan pada waktu tersebut terjadi peningkatan aktivitas di pusat sistem yang dapat memengaruhi presentase probabilitas kejadian hujan es di wilayah penelitian. Kemudian, pada pukul 06.59 mulai terdapat penurunan presentase kejadian hujan es menjadi 74,41% dan kemudian pada pukul 07.23 UTC presentase turun menjadi 61,02%. Bila dikaitkan dengan hasil pengolahan produk CMAX dan SSA, pada waktu itu sistem badai mulai mengalami pelemahan yang ditandai dengan menurunnya nilai reflektivitas inti sistem. Hasil tersebut sesuai dengan sumber yang melaporkan adanya fenomena hujan es di Kelurahan Karedenan, Bogor pada tanggal 24 Januari 2022, dimana persentase kejadian yang

dihasilkan oleh produk ZHAIL menunjukkan nilai yang cukup tinggi.

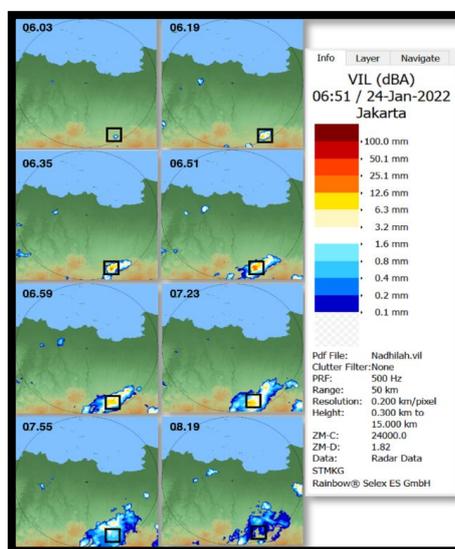


Gambar 3. Hasil Produk ZHAIL

**Kandungan Air Cair pada Awan Berdasarkan Produk VIL**

Informasi produk VIL digunakan untuk mengetahui estimasi nilai komponen air di

dalam awan sebagai penanda tingkat kejenuhan awan. Informasi nilai VIL secara lebih jelas ditampilkan pada [Gambar 4](#).



Gambar 4. Hasil Produk VIL

Pada tahap pertumbuhan awan konvektif, nilai VIL yang mengindikasikan jumlah kadar air di atmosfer teramati sebesar 2.04 mm. Sementara pada tahap matang, nilai VIL yang terukur sebesar 22.55 mm, pada jam 06.51 UTC. Penurunan nilai VIL terjadi pada jam 07.55 UTC dengan nilai VIL sebesar 0.96 mm.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian, pertumbuhan serta perkembangan awan telah dimulai pada pukul 06.03 UTC dengan nilai reflektifitas maksimum sebesar 40-45 dBz, kemudian mencapai fase puncaknya pada pukul 06.35 UTC dengan nilai reflektifitas maksimum sebesar 56.5 dBz. Tahap peluruhan teramati

pada pukul 08.19 UTC dengan nilai reflektivitas menurun pada rentang 40-45 dBz. Berdasarkan hasil produk ZHail, peluang terbesar terjadinya hujan es teridentifikasi pada jam 06.35 UTC dengan probabilitas sebesar 76.77%, hal ini sesuai dengan nilai produk CMAX yang mencapai 56.5 dBz pada jam 06.35 UTC. Pada tahap pertumbuhan awan konvektif, nilai VIL yang mengindikasikan jumlah kadar air di atmosfer teramati sebesar 2.04 mm. Sementara pada tahap matang, nilai VIL yang terukur sebesar 22.55 mm, pada jam 06.51 UTC. Penurunan nilai VIL terjadi pada jam 07.55 UTC dengan nilai VIL sebesar 0.96 mm. Secara keseluruhan produk Zhail, CMAX, dan VIL menunjukkan adanya pembentukan awan konvektif yang mencapai fase awan *Cumulonimbus*, sehingga menghasilkan hujan es sebagai hasil akhirnya.

#### SARAN

Penelitian berikutnya diharapkan dapat menggunakan produk Radar yang lebih beragam. Pada penelitian ini hanya menggunakan 3 produk radar. Produk radar tersebut terdiri dari CMAX, ZHAIL, dan VIL. Kemudian, pada penelitian berikutnya diharapkan dapat menganalisis fenomena meteorologi lain, selain Hujan Es.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Al Habib, A. H., Pradana, Y. W., Pangestu, D., Winarso, P. A., & Sujana, J. 2019. Kajian Pertumbuhan Awan Hujan Pada Saat Banjir Bandang Berbasis Citra Satelit Dan Citra Radar (Studi Kasus : Padang, 2 November 2018). *Jurnal Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika*, 6(2), 1–6. <https://doi.org/10.36754/jmkg.v6i2.117>
- BNPB. 2022. *Info Bencana Februari 2022. Buletin Geoportal Data Bencana Indonesia*. <https://gis.bnpb.go.id/>
- Efendi, A. N., Kuncorojati, S., & Budi, F. S. 2019. Analisis Hujan Ekstrem Penyebab Tanah Longsor di Melawi Memanfaatkan Data Radar dan Satelit Cuaca (Studi Kasus Tanggal 28 Februari 2019). *Seminar Nasional Penginderaan Jauh*, 6, 195.
- Fadholi, A. 2012. Analisa Kondisi Atmosfer pada Kejadian Cuaca Ekstrem Hujan Es (Hail). *Simetri: Jurnal Ilmu Fisika Indonesia*, 1(2), 74–80.
- Hidayah, Q. A., Bimaprawira, A. K., Yulitamora, N. R., Nugraheni, I. R., & Deranadyan, G. 2019. IDENTIFIKASI KARAKTERISTIK AWAN PENYEBAB HUJAN LEBAT PADA MUSIM KEMARAU DAN MUSIM HUJAN DI JAMBI (Studi Kasus : Juni dan November 2017). *Prosiding Seminar Nasional Geotik 2019., November 2017*, 185–195.
- Holleman, I. 2018. *Chapter 22 100 Years of Progress in Applied Meteorology . Part I: Basic Applications*. 1–33. <https://doi.org/10.1175/AMSMONOGRAFHS-D-18-0004.1>
- Kristianto, A., Jhonson, I., Saragih, A., Larasati, G., Meteorologi, P. S., Tinggi, S., & Klimatologi, M. 2018. Identifikasi Kejadian Hujan Es Menggunakan Citra. *Prosiding Pit Ke-5 Riset Kebencanaan Iabi Universitas Andalas, Padang 2-4 Mei 2018 Identifikasi, September*.
- Madjid, F. M. n.d.. *Studi Parameter Hujan Es Ditinjau dari Data Radar, Pengamatan Udara Atas dan Pengamatan Udara Permukaan di Jawa Bagian Barat* (Program Sarjana Terapan Meteorologi (ed.); Skripsi). Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Muaya, M., Khoirunnisa, A., Umul, R., Fadillah, N., Wardoyo, E., & Sari, F. P. 2019. *Modifikasi Metode Waldvogel Berdasarkan Identifikasi Karakteristik Hujan Es yang Dikelompokkan Berdasarkan Jarak Cakupan Radar Cuaca Pada Radar Cuaca Jakarta Tahun 2010-2019*. 2019, 69–81.
- Nugroho, Y. A., Handayani, N., Varizona, M., Rattu, E., & Redha, I. 2019. Analisis Keadaan Atmosfer Kejadian Hujan Es Menggunakan Citra Radar Doppler C-Band dan Citra Satelit Himawari 8 ( Studi Kasus : Jakarta , 22 November 2018 ) Analysis of Atmospheric Condition of Hail Event Using C-Band Doppler Radar and Himawari 8 Sattelit. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh Ke-6*, 8(November 2018), 183–194.

- Prasetyo, B., Pusparini, N., Irwandi, I., & Fitria, W. 2020. Aplikasi Radar Cuaca Untuk Identifikasi Fluktuasi Kondisi Cuaca Ekstrim (Studi Kasus: Banjir Di Kota Medan Tanggal 5 Oktober 2018). *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 20(1), 13–21. <https://doi.org/10.29122/jstmc.v20i1.3901>
- Purba. 2019. Analisis Kejadian Hujan Lebat Menggunakan Data Citra Radar, Citra Satelit dan Pos Hujan di Wilayah Padang Pariaman (Studi Kasus Banjir tanggal 11 Oktober 2018). *Prosiding Seminar Nasional Geotik*, 222–241.
- Schowengerdt, R. 2006. *Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing*.
- Tjasyono, B. 2006. *Meteorologi Indonesia II: Awan dan Hujan Monsoon*. Penerbit BMG.
- Waldvogel, A. 1979. Criteria for The Detection of Hail Cells. *J. Appl. Meteor*, 18, 1521–1525.