

ANALISIS POLA DISTRIBUSI AWAN KONVEKTIF DI WILAYAH PROVINSI BANTEN BERBASIS RADAR CUACA CONVECTIVE CLOUD DISTRIBUTION PATTERNS IN BANTEN USING WEATHER RADAR DATA

**Regina Dara Ninggar^{1*}, Diana Cahaya Siregar², Ilham Fajar Putra
Perdana¹**

1) Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah II, Tangerang Selatan, Banten

2) Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah III, Badung

*Email: regibuzz@gmail.com

ABSTRAK

Awan konvektif memainkan peran penting dalam dinamika sistem atmosfer dan siklus hidrologi. Perkembangan awan konvektif sering dikaitkan dengan cuaca buruk seperti badai petir, hujan lebat, tornado, angin kencang, hujan es, dan fenomena lainnya. Studi ini menganalisis pola sebaran awan konvektif di Banten dengan menggunakan data radar cuaca Tangerang tipe C-Band. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola sebaran awan konvektif lebih banyak terjadi pada siang hari. Pola sebaran awan konvektif pada periode DJF jauh lebih tinggi dan intens dibandingkan periode MAM dan SON, baik pada pagi, siang, malam dan dini hari. Pada periode MAM, pertumbuhan awan konvektif dominan pada pagi, siang dan malam hari. Pada periode SON, pertumbuhan awan konvektif dominan terjadi pada pagi dan siang hari.

Kata kunci: awan konvektif, radar cuaca, pembentukan awan.

ABSTRACT

Convective clouds play an essential role in the dynamics of the atmospheric system and the hydrological cycle. Convective cloud development is often associated with bad weather such as thunderstorms, heavy rain, tornadoes, strong winds, hail, and the other phenomena. This study analyze the convective cloud distribution pattern in Banten using weather radar data. The results showed the potential for convective cloud development mostly occur in the afternoon. Pattern of convective cloud distribution during the DJF period was much higher and more intense than the MAM and SON periods, both in the morning, afternoon, evening, and early morning. During the MAM period, convective cloud development dominates in the morning, afternoon, and night time. During the SON period, the dominant convective cloud development occurs in the morning and afternoon.

Keywords: convective cloud, weather radar, cloud development

1. Pendahuluan

Awan konvektif adalah awan yang menyebabkan hujan lokal dengan intensitas sedang hingga lebat sebagai akibat dari proses konveksi di atmosfer yang tidak stabil [1]. Awan konvektif memainkan peran penting dalam dinamika atmosfer dan siklus hidrologi yang mampu menghasilkan

curah hujan yang tinggi dengan membentuk pusat konvektif yang dapat memicu terjadinya bencana hidrometeorologi seperti banjir. Tingkat keparahan banjir tergantung pada kualitas daerah tangkapan air sebelum kejadian curah hujan ekstrem [2]. Kejadian curah hujan ekstrem dengan rentang waktu kurang dari satu hari atau dalam jangka pendek

memiliki pengaruh yang signifikan terhadap besarnya banjir yang terjadi. Kejadian curah hujan ekstrem dengan durasi pendek biasanya berasal dari sistem awan konvektif yang lebih besar seperti *Mesoscale Convective System* (MCS) [3].

Jenis awan konvektif yang umum dan dominan berkembang di daerah tropis adalah awan cumulus dan cumulonimbus, yang dapat muncul secara terpisah atau berkelompok [3]. Awan konvektif di daerah tropis sering muncul dalam skala yang lebih besar, yaitu awan multi cell (MCS). Awan ini dapat menyebabkan hujan dengan intensitas yang bervariasi dalam waktu yang lama sehingga dapat mengakibatkan banjir, hujan es, dan badai petir [4]. Salah satu wilayah yang kerap menerima dampak dari tumbuhnya MCS adalah wilayah Jawa bagian Barat [3].

Provinsi Banten merupakan salah satu dari 38 provinsi di Indonesia yang terletak di wilayah Pulau Jawa bagian Barat dan merupakan daerah penyangga ibukota bagi aktivitas seluruh elemen masyarakat. Selain itu, wilayah ini juga merupakan perlintasan transportasi udara, darat, dan laut yang sangat vital. Keragaman topografi Banten yang dikelilingi oleh daerah pegunungan, pesisir, dan perkotaan membuat kondisi cuaca di wilayah Banten menjadi semakin kompleks, sehingga prakiraan cuaca menjadi semakin tidak menentu. Tantangan yang muncul meliputi kebutuhan akan data yang lebih banyak, pemahaman yang terbatas tentang proses yang mendasarinya, dan kompleksitas geografis [6].

Sementara itu, ketidakpastian dari prakiraan cuaca dapat diminimalisir dengan meningkatkan pengetahuan dan mengembangkan studi yang lebih mendalam mengenai karakteristik awan konvektif.

Penginderaan jauh telah digunakan secara luas dalam pemetaan awan konvektif. Distribusi global awan konvektif dan hubungan antara awan konvektif dengan kejadian curah hujan ekstrem telah dipetakan dengan menggunakan data *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) dan *Global Precipitation Measurement* (GPM) [7]. Awan konvektif kuantitatif menggunakan data Meteosat-7 yang dibandingkan dengan radar cuaca dalam beberapa studi kasus yang dimulai di Semenanjung Arab (UEA) [8]. Analisis variasi temporal dan spasial curah hujan konvektif di Tibet berdasarkan musim dengan menggunakan data pengamatan satelit [9], sementara penelitian lain telah memetakan distribusi spasial dan temporal sel awan konvektif tahunan di Serbia Utara di dua tingkat ketinggian radar berdasarkan produk CAPPI pada radar cuaca [10]. Sebuah algoritma juga digunakan untuk mengekstrak informasi awan konvektif yang diperlukan dalam prediksi curah hujan ekstrem berbasis Python dengan menggunakan *library* OpenCV untuk mengekstrak PPI reflektifitas radar [11].

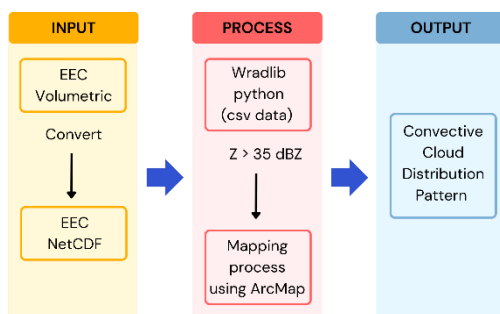
Penelitian mengenai pemetaan spasial awan konvektif di wilayah Indonesia masih sangat minim, sementara radar cuaca memiliki resolusi spasial dan temporal yang tinggi sehingga dapat menangkap informasi mengenai awan konvektif, termasuk strukturnya [12].

Berdasarkan hal tersebut, peneliti ingin menganalisis pola sebaran awan konvektif di wilayah Provinsi Banten dengan menggunakan radar cuaca sebagai instrumen utama. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam peningkatan pemahaman khususnya bagi para prakirawan cuaca mengenai karakteristik awan konvektif di Banten.

2. Data dan Metode

Penelitian ini memanfaatkan data radar cuaca untuk mempelajari pola distribusi awan konvektif di wilayah Provinsi Banten. Prinsip kerja radar adalah memancarkan dan menerima kembali gelombang elektromagnetik yang dipantulkan oleh target. Dalam bidang meteorologi, radar cuaca digunakan untuk mendeteksi dan menentukan lokasi awan dan kemungkinan terjadinya hujan [13].

Radar cuaca dapat menghasilkan data/informasi secara kontinu antara 5 menit hingga 10 menit, dan data tersebut akan disimpan di tempat penyimpanan lokal di lokasi radar.



Gambar 1. Blok diagram penelitian

Data radar cuaca yang digunakan dalam penelitian ini adalah radar cuaca Doppler C-band yang terletak di Stasiun Geofisika Tangerang. Radar C-band memiliki jangkauan dan reflektifitas yang baik dan dapat mendeteksi hujan hingga jangkauan maksimum 250 km [14]. Keluaran reflektifitas yang digunakan dalam penelitian ini berupa data mentah radar cuaca yaitu data volumetrik radar cuaca Doppler untuk parameter reflektifitas (Z) pada ketinggian 0.5° dan 1.5° selama dua tahun yaitu tahun 2018 dan 2019. Pengolahan data diawali dengan mengkonversi data mentah radar cuaca (.vol) ke dalam format data netCDF (.nc) dengan menggunakan aplikasi *open-source* PuTTY (Gambar 1). Data yang telah dikonversi kemudian difilter berdasarkan nilai ambang batas

reflektifitas >35 dBz (Utsav et al., 2017). Selanjutnya, data akan diekstrak ke dalam format data .csv dengan menggunakan modul wradlib pada pemrograman Python untuk menampilkan posisi lintang dan bujur yang tepat dari perkembangan awan konvektif. Selain itu, nilai reflektifitas awan yang diamati juga dapat ditampilkan.

Data hasil ekstraksi akan divisualisasikan dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS dalam bentuk peta. Peta yang ditampilkan akan dibagi berdasarkan 3 periode musim, yaitu: musim hujan (Desember-Januari-Februari); musim pancaroba 1 (Maret-April-Mei); dan musim pancaroba 2 (September-Oktober-November). Selanjutnya, analisis pola sebaran awan konvektif difokuskan pada periode perkembangan pada siang hari dimana periode tersebut dibagi menjadi 4 (empat), yaitu pagi hari pada pukul 00-05 UTC, siang hari pada pukul 06-11 UTC, malam hari pada pukul 12-17 UTC, dan dini hari pada pukul 18-23 UTC.

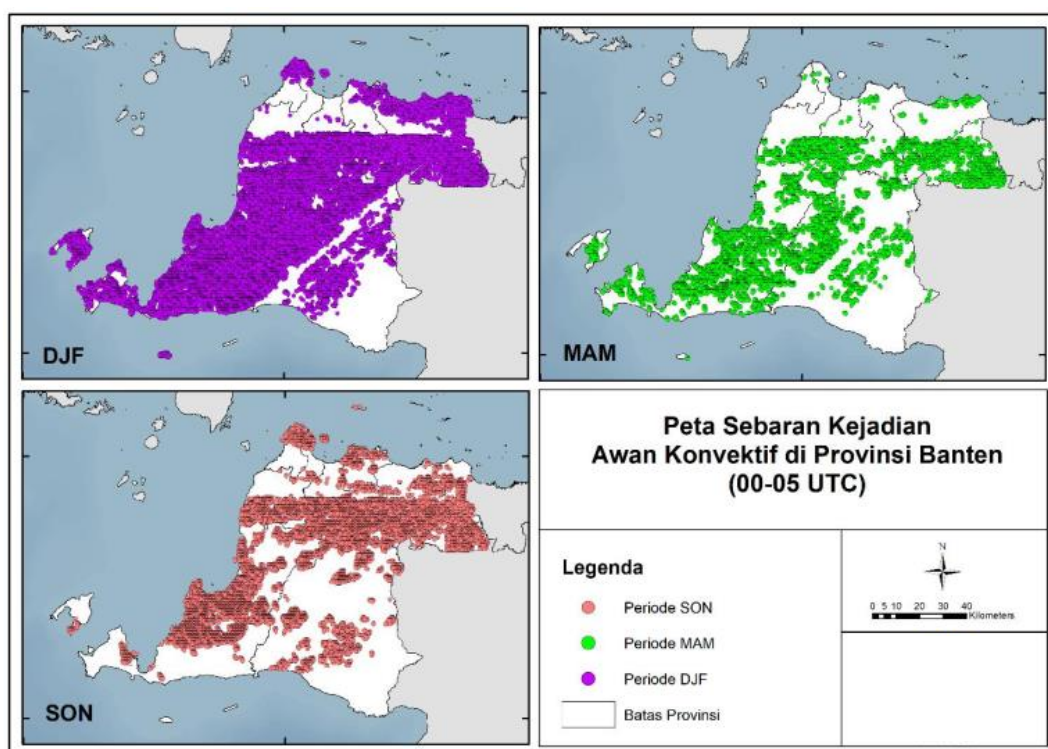
3. Hasil dan Pemahasan

Identifikasi awan konvektif diperoleh dari proses ekstraksi dan filtering data radar cuaca, dimana batas nilai reflektifitasnya adalah ≥ 35 dBz. Pola sebaran yang ada dibuat dari pemetaan masing-masing nilai reflektivitas data radar cuaca selama tahun 2018 dan 2019. Pola sebaran awan konvektif di Provinsi Banten dibagi menjadi empat rentang waktu: 00 - 05 UTC, 06 - 11 UTC, 12 - 17 UTC, dan 18-23 UTC.

Pembagian periode musim dibagi menjadi tiga periode, yaitu musim hujan (Desember-Januari-Februari atau DJF), musim pancaroba I (Maret-April-Mei atau MAM), dan musim pancaroba II (September-Oktober-November atau SON).

Gambar 2 menunjukkan bahwa cakupan awan konvektif yang paling luas terdapat pada periode DJF dibandingkan dengan periode musim lainnya. Pada periode DJF, hampir seluruh wilayah Banten tertutupi oleh awan-awan konvektif. Hal ini menunjukkan bahwa perkembangan awan konvektif cukup aktif sehingga pada periode ini memiliki potensi curah hujan yang cukup banyak. Wilayah Banten bagian tenggara dan barat laut merupakan wilayah yang minim perkembangan awan konvektif.

Kondisi ini terjadi karena perkembangan awan konvektif lebih banyak terjadi di bagian lembah lereng pegunungan di wilayah tersebut. Selama periode DJF, angin didominasi oleh monsun Asia yang berhembus ke wilayah Pulau Jawa. Angin tersebut menyebabkan konsentrasi massa udara lebih terkonsentrasi di bagian lembah sehingga pertumbuhan awan konvektif cukup banyak terjadi di wilayah tersebut, bukan di wilayah puncak gunung.



Gambar 2. Peta distribusi awan konvektif di wilayah Provinsi Banten 00-05 UTC

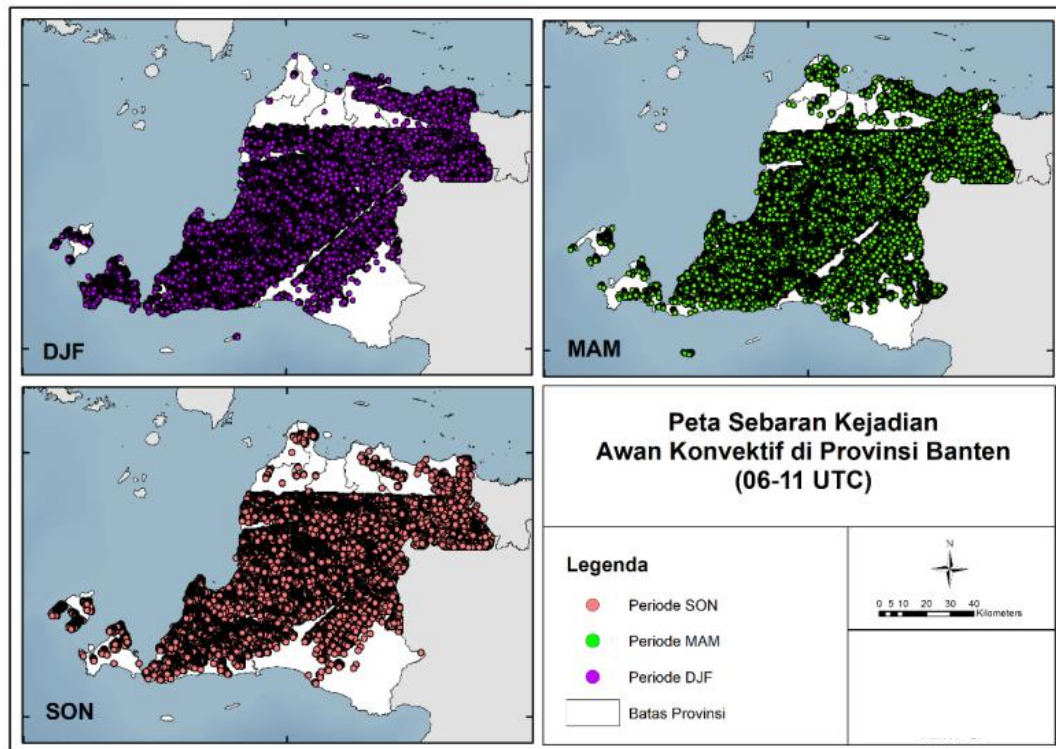
Pada periode MAM, dominasi pertumbuhan awan konvektif terjadi di wilayah Banten bagian Barat Daya. Interaksi antara daratan dan lautan pada pagi hari memicu angin laut yang membawa massa udara ke daratan dan dapat memicu awan-awan konvektif di dekat pantai. Pada periode MAM, angin yang bertiup ke Pulau Jawa biasanya berasal dari arah selatan Pulau Jawa. Hal ini dapat meningkatkan konsentrasi pertemuan massa udara yang lebih banyak terjadi di bagian selatan hingga barat wilayah

Banten. Kondisi ini dapat menyebabkan awan-awan konvektif berkembang cukup kuat di wilayah tersebut. Selama periode SON, dominasi perkembangan awan konvektif cukup banyak terjadi di wilayah Banten bagian timur laut. Pertumbuhan awan konvektif cukup aktif di wilayah perkotaan akibat adanya arus konveksi yang dihasilkan dari panas laten di atas daratan yang dipancarkan sebagai *Outgoing Long-wave Radiation* (OLR). Pada wilayah perkotaan, periode 00 - 05 UTC di

wilayah Provinsi Banten selalu terdapat awan-awan konvektif yang berkembang. Angin yang bertiup pada periode SON biasanya didominasi dari arah timur Pulau Jawa dengan kecepatan angin yang cenderung melemah. Konsentrasi massa udara dapat bertahan lebih lama di sekitar wilayah perkotaan.

Gambar 3 menunjukkan bahwa sebaran kejadian awan konvektif pada siang hari di ketiga periode, baik DJF, MAM, dan SON, memiliki pola sebaran yang hampir sama. Frekuensi kejadian awan konvektif terdistribusi hampir di

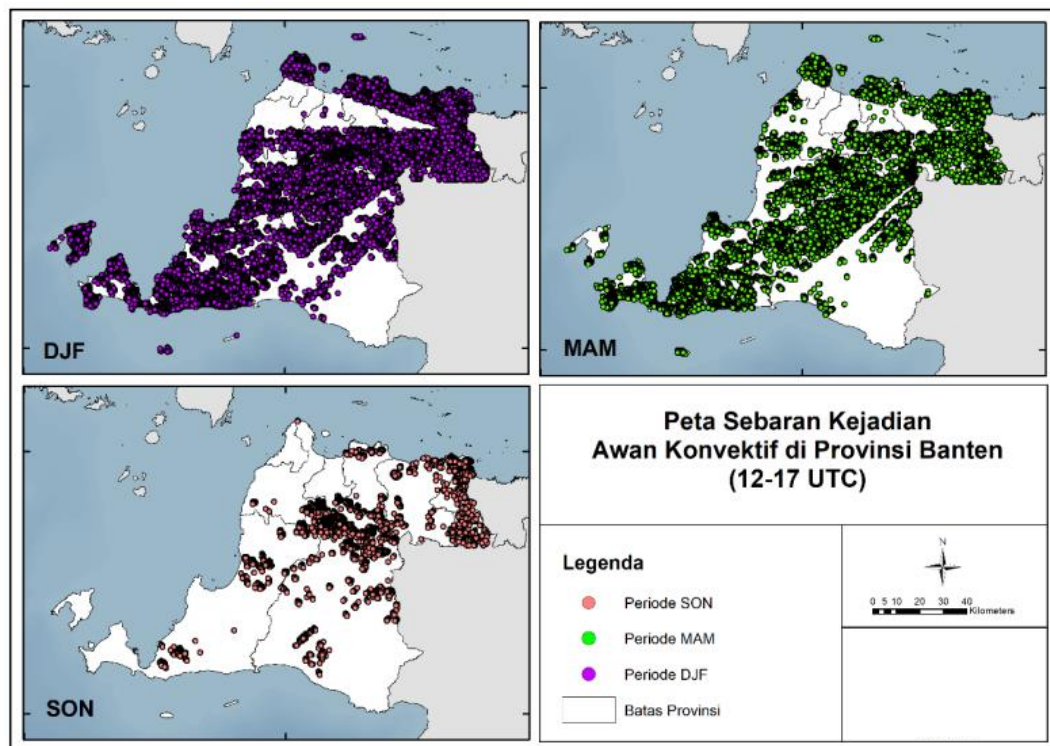
seluruh wilayah Banten. Wilayah yang jarang terjadi frekuensi awan konvektif antara lain Kota Cilegon bagian selatan, Kabupaten Serang bagian barat, dan Kabupaten Lebak bagian selatan. Pembentukan awan-awan konvektif yang menghasilkan curah hujan di wilayah Banten cukup sering terjadi pada pukul 06-11 UTC. Hal ini juga terlihat pada kejadian hujan yang cukup sering terjadi pada sore hingga malam hari sesuai dengan data pengamatan sinoptik yang dilakukan oleh beberapa stasiun di wilayah Provinsi Banten.



Gambar 3. Peta distribusi awan konvektif di wilayah Provinsi Banten 06-11 UTC

Gambar 4 menunjukkan bahwa sebaran kejadian awan konvektif pada malam hari pada periode DJF dan MAM terjadi lebih banyak dan luas dibandingkan pada periode SON. Pada periode DJF dan MAM, awan konvektif memiliki pola sebaran yang hampir sama dengan siang hari, namun frekuensi kejadian awan

konvektif pada malam hari tidak sebanyak pada siang hari. Pada periode SON, awan-awan konvektif lebih banyak terdapat di sebagian besar wilayah Kota Tangerang, Kota Tangerang Selatan, wilayah pesisir pantai di Kabupaten Tangerang bagian Utara, dan Kabupaten Lebak bagian Utara.

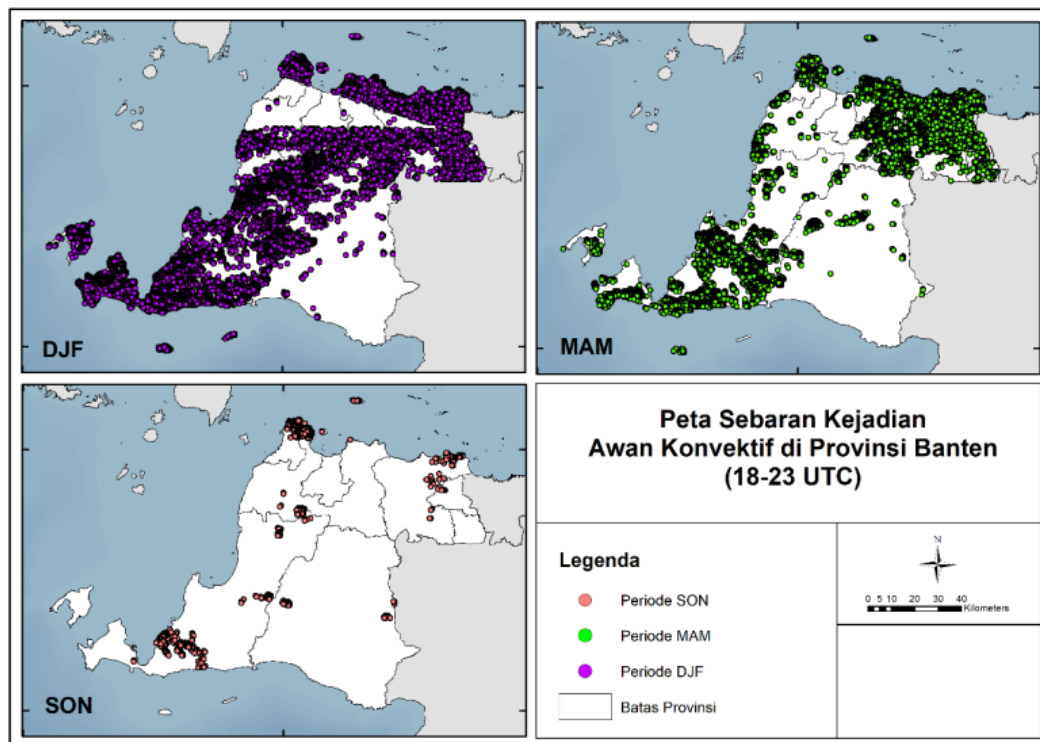


Gambar 4. Peta distribusi awan konvektif di wilayah Provinsi Banten 12-17 UTC

Gambar 5 menunjukkan bahwa sebaran kejadian awan konvektif pada dini hari di periode DJF jauh lebih luas dibandingkan dengan periode MAM dan SON. Pola sebaran pada periode DJF saat dini hari tidak jauh berbeda dengan pola pada malam hari, dimana perbedaannya terdapat pada pembentukan awan-awan konvektif yang lebih jarang terjadi di beberapa lokasi terutama di wilayah Kabupaten Lebak bagian Tengah. Massa udara secara umum terkonsentrasi pada periode DJF jika dibandingkan dengan periode lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan awan konvektif terjadi hampir sepanjang hari. Pengaruh monsun Asia, *Inter-Tropical Convergence Zone* (ITCZ), angin darat dan laut, serta faktor angin gunung dan angin lembah dapat menyebabkan konsentrasi massa udara meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa curah hujan yang tercatat pada

periode DJF lebih banyak dibandingkan dengan musim-musim lainnya.

Pembentukan awan-awan konvektif yang cukup intensif terjadi pada malam hari disebabkan adanya energi panas yang diserap oleh lautan pada siang hari dan digunakan untuk memanaskan suhu permukaan air laut dibandingkan dengan penguapan air laut itu sendiri karena kapasitas air laut yang besar. Hal ini mempengaruhi suhu permukaan laut yang stabil sehingga cepat menjadi hangat pada siang hari dan cepat menjadi dingin pada malam hari sehingga lebih banyak awan yang terbentuk pada malam hari di wilayah Banten sebagai faktor adanya angin darat. Curah hujan yang tercatat pada periode SON lebih banyak jika dibandingkan dengan MAM.



Gambar 5. Peta distribusi awan konvektif di wilayah Provinsi Banten 18-23 UTC

Berdasarkan peta sebaran awan konvektif, terlihat bahwa sebaran awan konvektif pada siang hari lebih banyak terjadi dibandingkan dengan rentang waktu lainnya. Hal ini diindikasikan terjadi karena pengangkatan massa udara atau proses konvektif maksimum terjadi pada siang hari. Pada periode DJF, potensi terjadinya awan-awan konvektif jauh lebih tinggi dibandingkan dengan periode lainnya, baik pada pagi, siang, malam, maupun dini hari.

Periode DJF merupakan musim hujan, sehingga potensi terjadinya awan-awan konvektif atau awan-awan yang menghasilkan curah hujan lebih sering terjadi dibandingkan periode lainnya. Selain itu, beberapa wilayah seperti di wilayah Kabupaten Serang bagian Barat dan Kabupaten Lebak bagian Selatan menunjukkan bahwa perkembangan awan konvektif jarang terjadi. Hal ini terjadi karena hujan yang turun umumnya berasal dari awan-awan stratiform yang berkembang di wilayah tersebut.

4. Kesimpulan

Analisis pola sebaran awan konvektif di Provinsi Banten dengan menggunakan data radar cuaca menunjukkan bahwa potensi pertumbuhan awan konvektif paling banyak terjadi pada sore hari. Pada periode DJF, potensi pertumbuhan awan konvektif jauh lebih tinggi dibandingkan dengan periode lainnya (MAM, SON) baik pada pagi, siang, malam, maupun dini hari. Pada periode MAM, pertumbuhan awan konvektif mendominasi pada pagi, siang, dan malam hari. Pada periode SON, perkembangan awan konvektif dominan terjadi pada pagi dan siang hari.

Data radar cuaca yang digunakan tidak melalui proses *filtering* sehingga menyebabkan adanya kerancuan hasil pengamatan radar cuaca. Perlu dilakukan konfigurasi penyaringan interferensi pada data radar cuaca mentah sehingga dapat menghasilkan kualitas data yang lebih baik. Penelitian ini tidak menggunakan

konfigurasi filtering dalam pengolahan data raw radar karena konfigurasi *interference filtering* pada radar EEC masih dalam tahap analisis dan pengembangan.

Daftar Pustaka

- [1] Tjasyono, B. H. K. (2012). Mikrofisika Awan dan Hujan. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- [2] Westra, S., Fowler, H. J., Evans, J. P., Alexander, L. v., Berg, P., Johnson, F., Kendon, E. J., Lenderink, G., & Roberts, N. M. (2014). Future changes to the intensity and frequency of short-duration extreme rainfall. *Reviews of Geophysics*, 52(3), 522–555. <https://doi.org/10.1002/2014RG000464>.
- [3] Nuryanto, D. E., Pawitan, H., Hidayat, R., & Aldrian, E. (2021). The occurrence of the typical mesoscale convective system with a flood-producing storm in the wet season over the Greater Jakarta area. *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 96, 101246. doi:10.1016/j.dynatmoce.2021.101246.
- [4] Johnson, R. H., Rickenbach, T. M., Rutledge, S. A., Ciesielski, P. E., & Schubert, W. H. (1999). Trimodal Characteristics of Tropical Convection. *Journal of Climate*, 12(8), 2397–2418. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(1999\)012<2397:TCOTC>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(1999)012<2397:TCOTC>2.0.CO;2).
- [5] Houze, R. A. (2004). Mesoscale convective systems. *Reviews of Geophysics*, 42(4). <https://doi.org/10.1029/2004RG000150>.
- [6] Lee, J. C. K., Zhang, H., Barker, D. M., Chen, S., Kumar, R., An, B. W., Sharma, K., & Chandramouli, K. (2022). Weather Prediction for Singapore—Progress, Challenges, and Opportunities. *Meteorology*, 1(4), 394–401. <https://doi.org/10.3390/meteorology1040025>.
- [7] Wang, T., & Tang, G. (2020). Spatial Variability and Linkage Between Extreme Convections and Extreme Precipitation Revealed by 22-Year Space-Borne Precipitation Radar Data. *Geophysical Research Letters*, 47(12). <https://doi.org/10.1029/2020GL088437>.
- [8] Branch, O., Behrendt, A., Gong, Z., Schwitalla, T., & Wulfmeyer, V. (2020). Convection Initiation over the Eastern Arabian Peninsula. *Meteorologische Zeitschrift*, 29(1), 67–77. <https://doi.org/10.1127/metz/2019/0997>.
- [9] Kukulies, J., Chen, D., & Wang, M. (2020). Temporal and spatial variations of convection, clouds and precipitation over the Tibetan Plateau from recent satellite observations. Part II: Precipitation climatology derived from global precipitation measurement mission. *International Journal of Climatology*, 40(11), 4858–4875. <https://doi.org/10.1002/joc.6493>.
- [10] Vujović, D., Nađ, J., Marković, V., & Vučković, V. (2020). Spatiotemporal distribution of strong convective cells over northern Serbia, 2008–2010. *Meteorological Applications*, 27(1). <https://doi.org/10.1002/met.1889>.

- [11] Mahavik, N., & Tantanee, S. (2019). Spatio- Temporal Analysis of Convective Cloud Properties Deriving from Weather Radar Reflectivity during the Decaying Stage of Tropical Storm over the Lower Northern Thailand. In *International Journal of Geoinformatics* (Vol. 15, Issue 3).
<https://journals.sfu.ca/ijg/index.php/journal/article/view/1861>.
- [12] Jinlian Zhou, Ming Wei, Tao Wu, & Nan Li. (2011). Identification of gale weather with doppler weather radar data. 2011 International Conference on Remote Sensing, Environment and Transportation Engineering, 6033–6036.
<https://doi.org/10.1109/RSETE.2011.5965731>.
- [13] Fukao, S., & Hamazu, K. (2014). Introduction. In *Radar for Meteorological and Atmospheric Observations* (pp. 1–5). Springer Japan.
https://doi.org/10.1007/978-4-431-54334-3_1.
- [14] Prakasa, A., & Utami, F. D. (2019). Sistem Informasi Radar Cuaca Terintegrasi BMKG. *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, 1(02), 78–87.
<https://doi.org/10.20895/jtece.v1i02.89>.