

Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh untuk Mengamati Perkembangan Siklon Tropis Cempaka dan Dahlia Serta Pengaruhnya Terhadap Distribusi Curah Hujan di Benua Maritim Indonesia

The Utilization of Remote Sensing Data to Observe the Development of Tropical Cyclones Cempaka and Dahlia and Its Effect on the Distribution of Rainfall on Indonesia Maritime Continent

Immanuel Jhonson Arizona Saragih^{1,2*)}, Prabu Aditya Sigihartato², Muhammad Panji Rosyady¹, Aries Kristianto¹

¹Program Studi Meteorologi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (STMKG)

²PMG Stasiun Meteorologi Kualanamu

*) E-mail: immanuel.saragih@bmet.go.id

ABSTRAK - Cempaka dan Dahlia adalah dua siklon tropis yang terjadi secara berurutan pada akhir tahun 2017 di Benua Maritim Indonesia. Proses tumbuh dan berkembangnya kedua siklon tropis ini terjadi di wilayah Samudera Hindia sebelah barat Pulau Sumatera dan wilayah perairan selatan Pulau Jawa. Keberadaan Siklon Tropis Cempaka dan Dahlia diikuti dengan kejadian hujan lebat di beberapa wilayah di Indonesia. Penelitian ini dilakukan untuk mendeskripsikan *time-series* tumbuh dan berkembangnya Siklon Tropis Cempaka dan Dahlia dan dampaknya terhadap distribusi curah hujan di Indonesia berdasarkan analisis data citra satelit. Waktu pengamatan dalam penelitian ini adalah mulai 25 November 2017 sampai dengan 4 Desember 2017. Data citra satelit Himawari-8 digunakan untuk menganalisis kondisi siklon tropis menggunakan Teknik Dvorak. Data spasial curah hujan dari *Global Satellite Mapping of Precipitation* (GSMaP) digunakan untuk mendeskripsikan distribusi curah hujan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Teknik Dvorak dapat digunakan untuk mendeskripsikan tahap perkembangan Siklon Tropis Cempaka dan Dahlia mulai dari fase depresitropis sampai menjadi siklon tropis. Berdasarkan analisis distribusi curah hujan diketahui bahwa kejadian Siklon Tropis Cempaka dan Dahlia menyebabkan peningkatan curah hujan di beberapa wilayah di bagian selatan Pulau Sumatera dan Pulau Jawa, khususnya di beberapa wilayah yang berdekatan dengan lintasan/trajektori siklon tropis.

Kata kunci: siklon tropis, Teknik Dvorak, curah hujan, GSMaP, Himawari-8

ABSTRACT - *Cempaka and Dahlia are two tropical cyclones that occur sequentially at the end of 2017 on the Indonesian Maritime Continent. The process of growing and developing these two tropical cyclones occurs in the Indian Ocean region to the west of Sumatra Island and the southern waters of Java Island. The existence of tropical cyclones (TC) Cempaka and Dahlia followed by the occurrence of heavy rain in some areas in Indonesia. This study was conducted to describe the time-series of growth and development of TC Cempaka and Dahlia and its impact on the distribution of rainfall in Indonesia based on satellite image data analysis. The observation time in this study is from 25th November 2017 to 4th December 2017. Himawari-8 satellite image data is used to analyze the tropical cyclone conditions using the Dvorak Technique. The spatial rainfall data from Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) is used to describe the rainfall distribution. The results showed that the Dvorak Technique can be used to describe the development stage of TC Cempaka and Dahlia from the phase of tropical depression to a tropical cyclone. Based on the analysis of rainfall distribution known that the occurrence of TC Cempaka and Dahlia cause increased rainfall in some areas in the southern part of Sumatra Island and Java Island, especially in some areas adjacent to the tropical cyclone trajectory.*

Keywords: tropical cyclone, Dvorak Technique, rainfall, GSMaP, Himawari-8

1. PENDAHULUAN

Penyinaran matahari yang intensif sepanjang tahun di wilayah ekuator, termasuk di Benua Maritim Indonesia (BMI), menyebabkan wilayah di sekitar ekuator berpotensi sebagai wilayah terbentuknya pusat tekanan rendah (*low pressure area*). Wilayah lautan luas yang mengalami pemanasan muka laut yang tinggi merupakan salah satu faktor penyebab pertumbuhan awan konvektif yang optimum di atasnya sehingga memicu terjadinya siklon tropis. Siklon tropis merupakan fenomena cuaca skala sinoptik yang terjadi di atas

lautan yang hangat di wilayah tropis yang ditandai dengan adanya sirkulasi angin memutar (pusaran angin) yang bertiup sangat kencang dan terjadi pertumbuhan awan konvektif yang sangat cepat dan luas (Zakir dkk., 2010). Menurut Suryantoro (2008), kriteria terbentuknya siklon tropis adalah daerah yang memiliki tingkat kelembapan udara tinggi dan umumnya terbentuk di atas lautan dalam skala yang luas dan mendapat penyinaran matahari yang optimum untuk mendukung proses penguapan.

Pada periode akhir November sampai dengan awal Desember 2017, *Tropical Cyclone Warning Centre* (TCWC) Jakarta - Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) mengamati dan merilis informasi terkait adanya dua siklon tropis yang terbentuk dan berkembang di wilayah bagian selatan Indonesia, yang kemudian diberi nama Siklon Tropis Cempaka dan Dahlia. BMKG melaporkan bahwa aktifnya Siklon Tropis Cempaka dan Dahlia menyebabkan terjadinya cuaca ekstrem di beberapa wilayah di Indonesia, diantaranya adalah kejadian hujan lebat, angin kencang, dan gelombang laut tinggi. Di wilayah Indonesia, yang letaknya dekat dengan ekuator dan secara teori tidak memungkinkan untuk perkembangan siklon tropis, pada kenyataannya telah terjadi beberapa siklon tropis. TCWC Jakarta sebagai pusat peringatan dini siklon tropis yang menanggungjawabasi siklon tropis yang tumbuh di wilayah Indonesia sampai saat ini telah memberikan nama pada lima siklon tropis (Radjab, 2017), yaitu:

1. Siklon Tropis Durga (22 April 2008)
2. Siklon Tropis Anggrek (31 Oktober – 4 November 2010)
3. Siklon Tropis Bakung (10-13 Desember 2014)
4. Siklon Tropis Cempaka (28-29 November 2017)
5. Siklon Tropis Dahlia (29 November – 4 Desember 2017)

Mengingat bahwa sangat signifikannya dampak bencana alam yang dapat diakibatkan oleh terbentuknya siklon tropis, maka perlu dilakukan penelitian terkait dampak kejadian siklon tropis sebagai salah satu bahan pertimbangan dalam membuat mekanisme sistem peringatan dini siklon tropis. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dibahas dua parameter yang menjadi pokok perhatian dalam pembahasan terkait siklon tropis, yaitu fase hidup siklon tropis dan dampak terhadap distribusi curah hujan.

2. METODE

2.1 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data estimasi curah hujan dari satelit GSMaP serta data satelit Himawari-8 dari BMKG. Data yang digunakan dalam penelitian dibatasi pada wilayah Benua Maritim Indonesia dan pada periode waktu mulai 25 November 2017 sampai dengan 4 Desember 2017. Berikut adalah rincian data yang digunakan dalam penelitian ini.

1. Data estimasi curah hujan global dari satelit GSMaP dengan resolusi spasial $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ dan resolusi temporal satu jam yang diunduh dari <http://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/>.
2. Data citra satelit Himawari-8 yang didapatkan dari Sub-Bidang Pengelolaan Citra Satelit BMKG.

2.2. Metode Penelitian

Secara garis besar, metode analisis yang dipakai dalam penelitian ini analisis spasial (pengamatan visual) terhadap gambar hasil pengolahan data. Data citra satelit Himawari-8 diolah menggunakan perangkat lunak SATAID GSLMPD untuk menampilkan kondisi perawanan sebagai bahan untuk analisis Teknik Dvorak. Pengamatan visual dilakukan untuk memantau pertumbuhan dan pergerakan siklon tropis sedangkan Teknik Dvorak digunakan untuk memprakirakan nilai intensitas dari siklon tropis. Data estimasi curah hujan GSMaP diolah dan dipetakan menggunakan perangkat lunak *The Grid Analysis and Display System* (GrADS).

Nilai indeks konvektif dihitung dari nilai suhu puncak awan dari data kanal IR1 satelit Himawari-8. Nilai ambang batas suhu puncak awan 230 K digunakan dalam persamaan penghitungan nilai indeks konvektif (ik) (Sakurai dkk., 2005) yang disusun dalam Persamaan 1 berikut.

$$ik = \begin{cases} 230 - T_b & \text{untuk } T_b < 230 \text{ K} \\ 0 & \text{untuk } T_b > 230 \text{ K} \end{cases} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

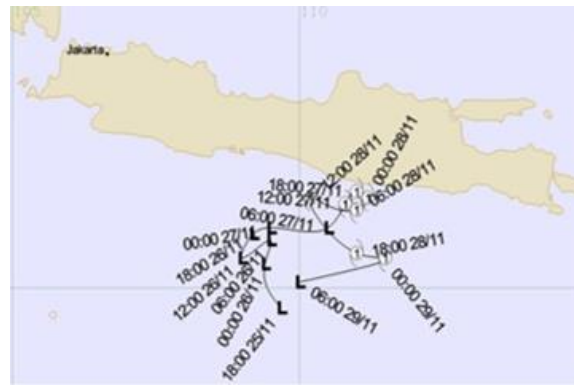
ik : nilai indeks konvektif

- T_b : nilai *brightness temperature* [K]
- K : satuan temperatur dalam derajat Kelvin

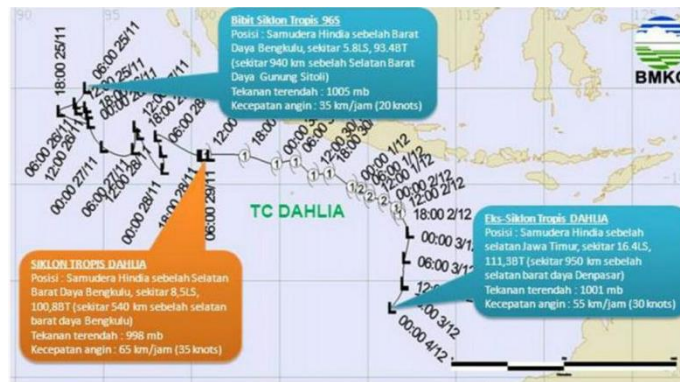
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Fase Hidup Siklon Tropis

Berdasarkan laporan TCWC Jakarta diketahui bahwa fase hidup Siklon Tropis Cempaka adalah mulai 25 November 2017 sampai dengan 29 November 2017 sedangkan fase hidup Siklon Tropis Dahlia adalah mulai tanggal 25 November 2017 sampai dengan 4 Desember 2017. Berdasarkan waktunya, kesamaan periode waktu fase hidup Siklon Tropis Cempaka dan Dahlia adalah sesuatu yang unik dan secara meteorologi sangat perlu untuk dianalisis. Namun, karena keterbatasan waktu, penelitian ini belum sampai pada pembahasan kondisi dan dinamika atmosfer sebelum, saat, dan setelah kejadian Siklon Tropis Cempaka dan Dahlia. Berdasarkan laporan dari TCWC Jakarta, berikut adalah gambar trajektori Siklon Tropis Cempaka dan Dahlia.



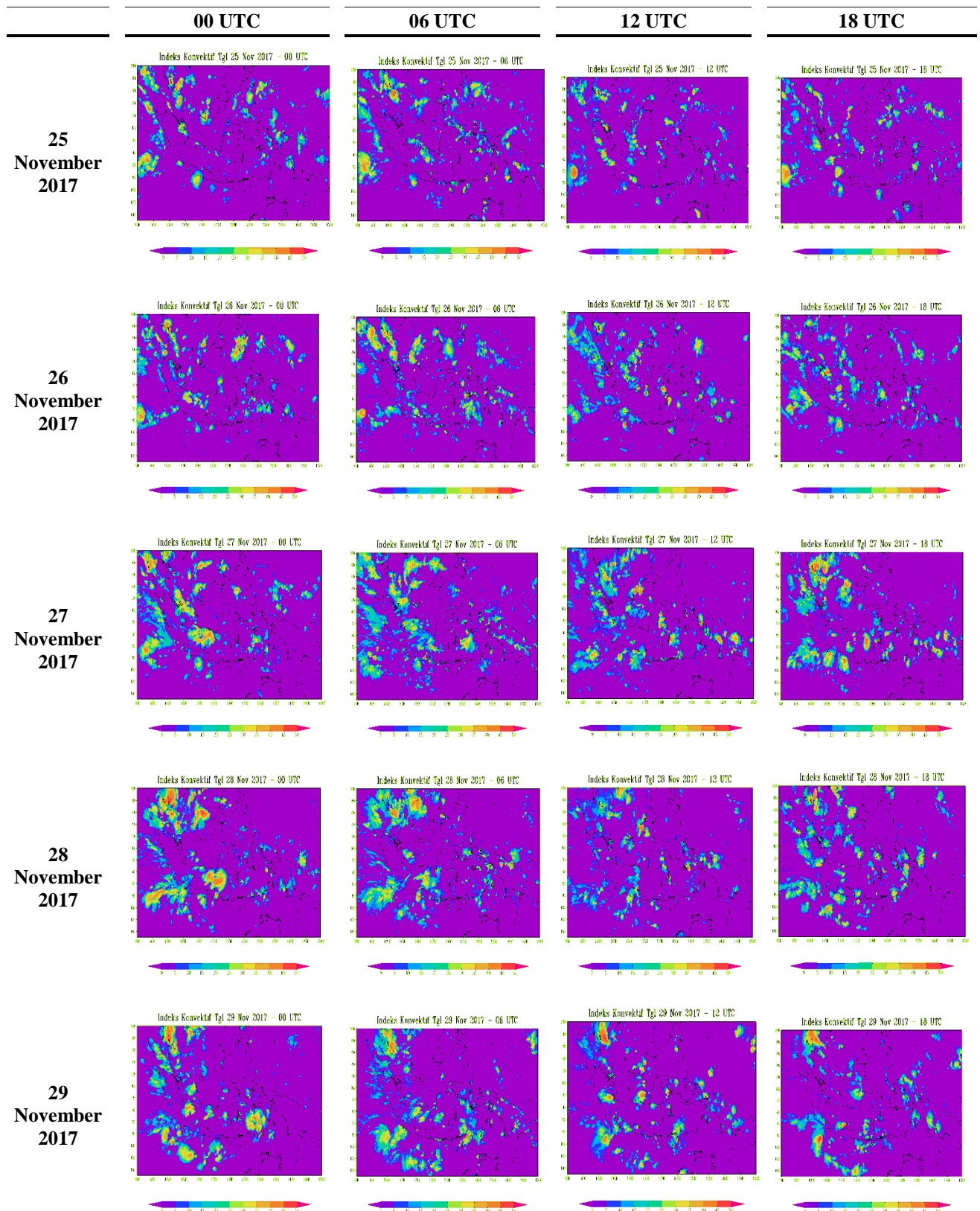
Gambar 1. Trajektrori Siklon Tropis Cempaka (BMKG, 2017)



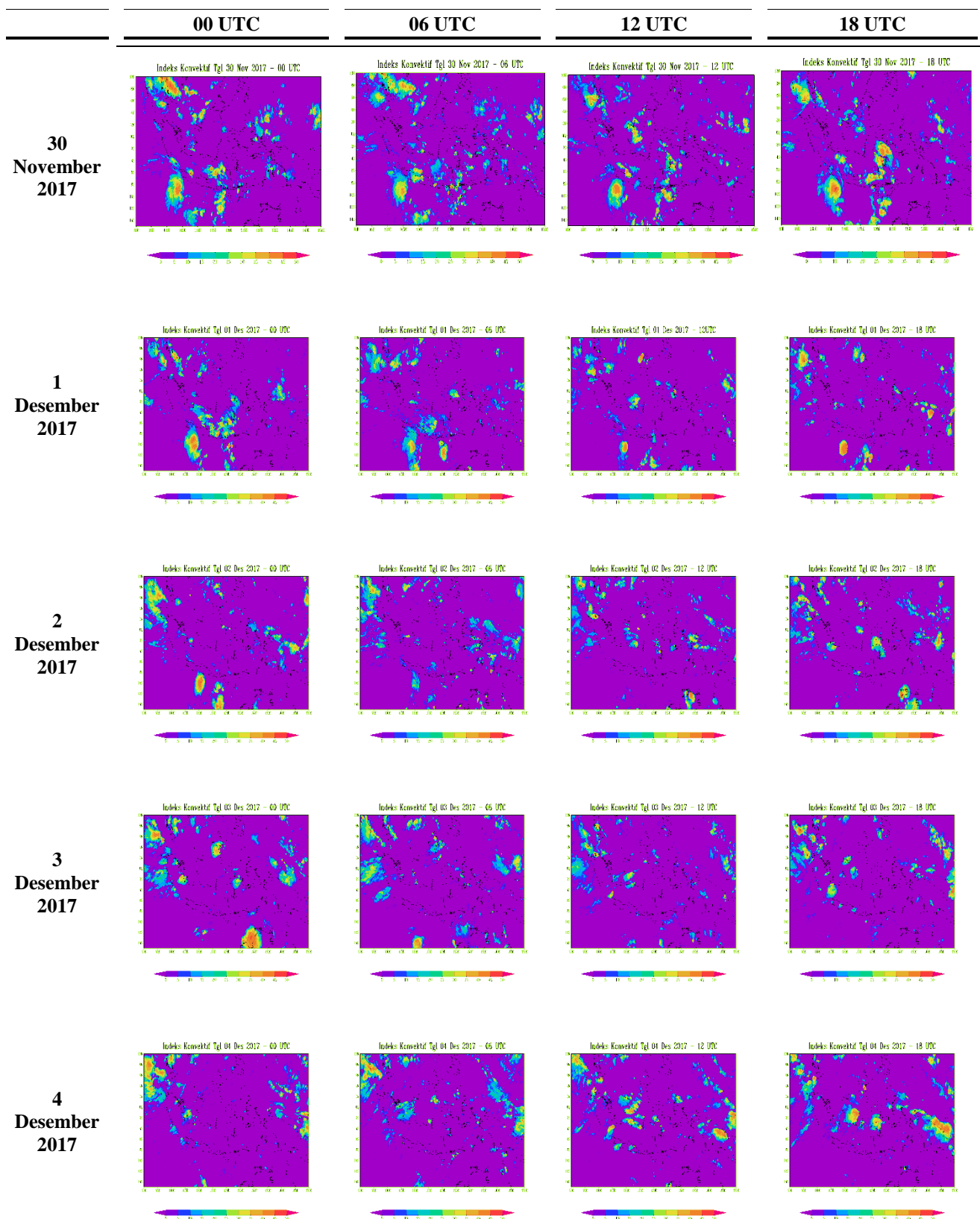
Gambar 2. Trajektrori Siklon Tropis Dahlia (BMKG, 2017)

Hasil plotting data indeks konvektif dari tanggal 25 November 2017 sampai dengan 4 Desember 2017 pada **Tabel 1** berikut memperlihatkan adanya aktivitas konvektif yang kuat di wilayah Siklon Tropis Cempaka dan Dahlia.

Tabel 1. Plotting Indeks Konvektif dari Tanggal 25 November 2017 sampai dengan 4 Desember 2017



Bersambung....



Hasil analisis Teknik Dvorak pada **Tabel 2** dan **Tabel 3** berikut menunjukkan bahwa Siklon Tropis Cempaka berada pada fase matang dengan kategori TS (Skala *Saffir-Simpson*) pada 27 November 2017 pukul 18:00 UTC, kecepatan angin mencapai 55 knot, tekanan udara 984 mb. Siklon Tropis Dahlia berada pada fase matang dengan kategori TS (Skala *Saffir-Simpson*) pada 01 Desember 2017 pukul 12:00 UTC, kecepatan angin mencapai 55 knot, tekanan udara 984 mb.

Tabel 2 .Deskripsi Parameter Hasil Analisis Teknik Dvorak pada Siklon Tropis Cempaka

| Tanggal | Jam (UTC) | T-Number | Skala Saffir-Simpson | Kecepatan (knot) | Tekanan Udara |
|------------------|------------------|-----------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------|
| 27-Nov-17 | 00:00 | 1.5 | TD | 25 | |
| | 06:00 | 1.5 | TD | 25 | |
| | 12:00 | 2 | TD | 30 | 1000 |
| | 18:00 | 3.5 | TS | 55 | 984 |
| 28-Nov-17 | 00:00 | 3 | TS | 45 | 991 |
| | 06:00 | 2.5 | TS | 35 | 997 |
| | 12:00 | 1.5 | TD | 25 | |
| | 18:00 | 1.5 | TD | 25 | |
| 29-Nov-17 | 00:00 | 1 | TD | 25 | |
| | 06:00 | 1 | TD | 25 | |
| | 12:00 | 1 | TD | 25 | |
| | 18:00 | 1 | TD | 25 | |

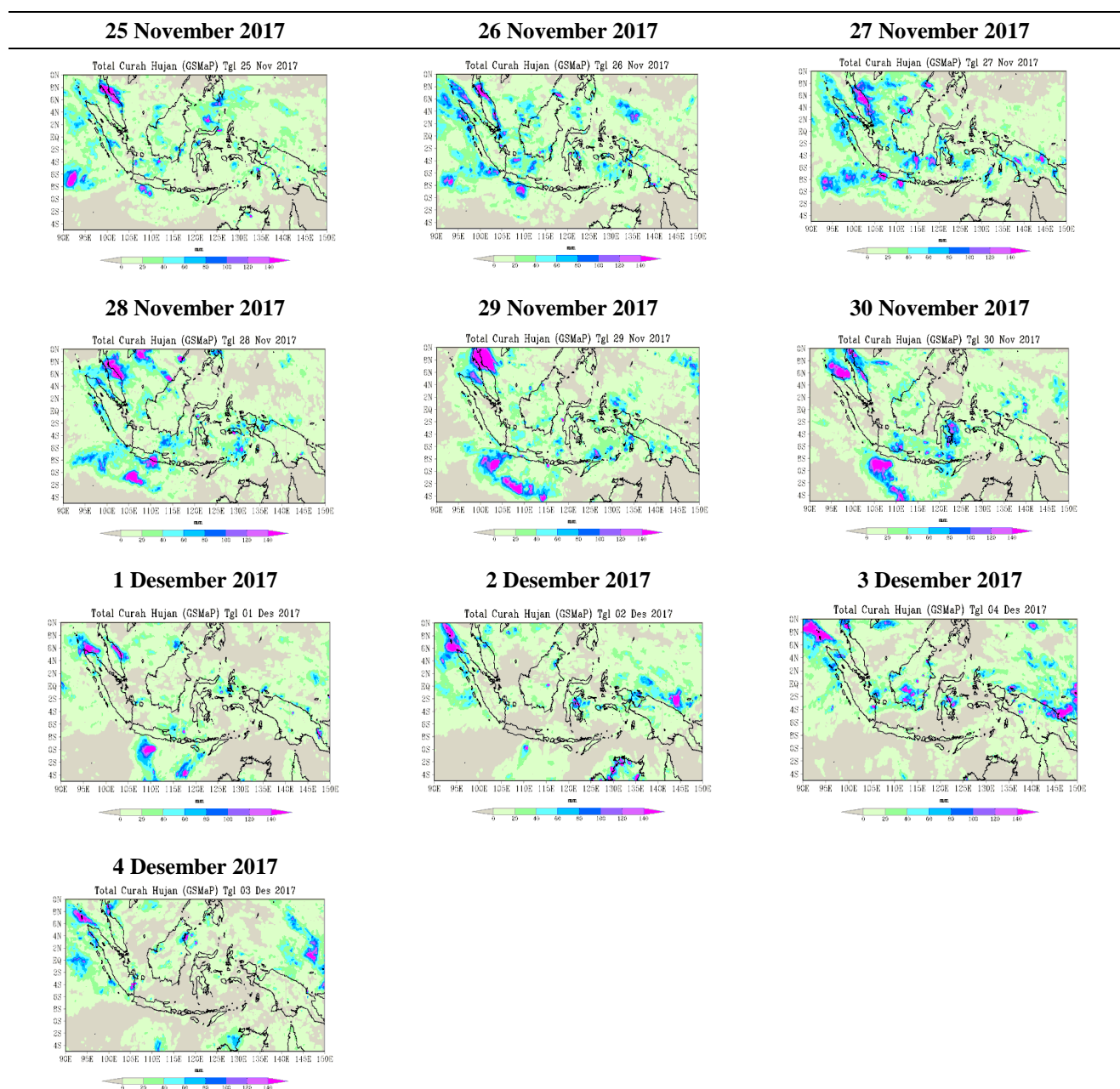
Tabel 3 .Deskripsi Parameter Hasil Analisis Teknik Dvorak pada Siklon Tropis Dahlia

| Tanggal | Jam (UTC) | T-Number | Skala Saffir-Simpson | Kecepatan (knot) | Tekanan Udara |
|------------------|------------------|-----------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------|
| 29-Nov-17 | 00:00 | 1.5 | TD | 25 | |
| | 06:00 | 1.5 | TD | 25 | |
| | 12:00 | 2.0 | TD | 30 | |
| | 18:00 | 2.0 | TD | 30 | |
| 30-Nov-17 | 00:00 | 2.5 | TS | 35 | |
| | 06:00 | 2.5 | TS | 35 | |
| | 12:00 | 2.5 | TS | 35 | |
| | 18:00 | 3.0 | TS | 45 | 991 |
| 01-Dec-17 | 00:00 | 3.0 | TS | 45 | 991 |
| | 06:00 | 3.0 | TS | 45 | 991 |
| | 12:00 | 3.5 | TS | 55 | 984 |
| | 18:00 | 3.5 | TS | 55 | 984 |
| 02-Dec-17 | 00:00 | 3.0 | TS | 45 | 991 |
| | 06:00 | 3.0 | TS | 45 | 991 |
| | 12:00 | 2.5 | TD | 35 | 997 |
| | 18:00 | 2.5 | TD | 35 | 997 |
| 03-Dec-17 | 00:00 | 2.0 | TD | 30 | 1000 |
| | 06:00 | 2.0 | TD | 30 | 1000 |
| | 12:00 | 2.0 | TD | 30 | 1000 |
| | 18:00 | 1.5 | TD | 25 | |

3.2 Analisis Distribusi Curah Hujan

Hasil analisis spasial curah hujan pada tanggal 25 November 2017 jam 00.00 UTC sampai dengan tanggal 05 Desember 2017 jam 00.00 UTC pada **Tabel 3** berikut menunjukkan bahwa terdapat intensitas curah hujan yang cukup tinggi di wilayah bagian selatan Pulau Jawa dan Sumatera pada saat terjadi siklon tropis Cempaka dan Dahlia. Berdasarkan peta spasial curah hujan harian pada tanggal 25 November 2017 terlihat adanya daerah hujan ekstrem dengan curah hujan > 140 mm/hari di perairan selatan Pulau Jawa. Pada tanggal 26 November 2017 terlihat daerah hujan ekstrem tersebut semakin mendekati wilayah daratan selatan Pulau Jawa yang kemudian pada tanggal 27 November 2017 daerah hujan ekstrem tersebut sudah memasuki daratan selatan Pulau Jawa di dua lokasi yaitu wilayah sekitar Banten bagian selatan dan wilayah Yogyakarta. Pada tanggal 28 November 2017 terlihat daerah hujan ekstrem terjadi di wilayah sekitar Yogyakarta dan Jawa Tengah. Pada tanggal 29 November 2017 terlihat daerah hujan ekstrem mulai menjauhi daratan selatan Pulau Jawa dan mencapai kondisi maksimum pada tanggal 30 November 2017 yaitu di perairan selatan Banten. Intensitas curah hujan tersebut terlihat semakin menurun sampai pada tanggal 4 Desember 2017.

Tabel 3.Peta Spasial Total Curah Hujan Harian di Benua Maritim Indonesia dari Tanggal 25 November 2017 sampai dengan 4 Desember 2017



4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu sebagai berikut:

1. Siklon Tropis Cempaka dan Dahlia dapat dipantau pertumbuhan dan fase hidupnya menggunakan Teknik Dvorak berdasarkan citra awan hasil olahan data citra satelit Himawari-8. Berdasarkan analisis Teknik Dvorak diketahui bahwa fase matang dengan kategori TS pada Siklon Tropis Cempaka dan Dahlia masing-masing secara berurutan terjadi pada tanggal 27 November 2017 dan 1 Desember 2017.
2. Tingginya aktivitas konvektif di suatu wilayah menyebabkan tingginya curah hujan di wilayah tersebut. Pola luasan wilayah aktivitas konvektif terlihat memiliki kesesuaian pola dengan luasan daerah hujan. Terlihat bahwa pada wilayah dengan nilai indeks konvektif > 30 terjadi hujan ekstrem dengan curah hujan > 140 mm/hari.
3. Nilai dan pola spasial indeks konvektif dan curah hujan ekstrem terlihat mengalami pengaruh signifikan serta bervariasi mengikuti pergerakan dan perkembangan siklon tropis Cempaka dan Dahlia.
4. Dibandingkan dari luasan dan tingginya nilai indeks konvektif dan curah hujan diketahui bahwa siklon tropis Dahlia memiliki dampak yang lebih kuat daripada siklon tropis Cempaka.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) yang telah menyelenggarakan Seminar Nasional Penginderaan Jauh ke-5 Tahun 2018 yang menjadi media publikasi penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dan Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (STMKG) yang telah memfasilitasi dalam pelaksanaan penelitian ini, termasuk ketersediaan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- BMKG. (2017.) Siklon Hidup Siklon Tropis, <http://meteo.bmkg.go.id/siklon/learn/03/id>, diakses tanggal 10 April 2018
- Dyahwathi, N. (2006). *Karakteristik fisik siklon tropis di samudera hindia bagian selatan dan pengaruhnya terhadap curah hujan di Jawa, Bali dan Nusa Tenggara*. (Skripsi), IPB (Bogor Agricultural University), Bogor.
- Fitria, M. (2016). *Validasi Data Curah Hujan Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) pada Tiga Pola Hujan di Indonesia*. (Skripsi), IPB (Bogor Agricultural University), Bogor.
- Haryani, N. S., dan Zubaidah, A. (2013). Dinamika Siklon Tropis di Asia Tenggara Menggunakan Data Penginderaan Jauh. *MAJALAH ILMIAH WIDYA*.
- JAXA. (2009). Overview of GSMaP, http://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP_crest/, diakses tanggal 10 April 2017
- Radjab, A. Fachri. (2017). Dahlia, Siklon Tropis Ke-Lima yang Tumbuh di Sekitar Wilayah Indonesia Refleksi 10 Tahun Tropical Cyclone Warning Centre Jakarta, Artikel, BMKG
- Roguna, S., Saragih, I. J. A., Siregar, P. S., dan Julius, A. M. (2018). Analysis of Impact of Tropical Cyclone Blance on Rainfall at Kupang Region Based on Atmospheric Condition and Satellite Imagery. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1011, No. 1, p. 012021). IOP Publishing.
- Sakurai, N., Murata, F., Yamanaka, M. D., Mori, S., Hamada, J. I., Hashiguchi, H., Tauhid, Y. I., Sribimawati, T., dan Suhardi, B. (2005). Diurnal cycle of cloud system migration over Sumatera Island. *Journal of the Meteorological Society of Japan*. Ser. II, 83(5), 835-850
- Tjasyono, B. HK., Juani, I., dan Harijono, S. W. B. (2007). *Proses Meteorologis bencana banjir di Indonesia*. DOI: 10.31172/jmg.v8i2.12
- Widiani, N. (2012). *Identifikasi Kejadian Siklon Tropis di Perairan Sekitar Indonesia dari Observasi Satelit TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) dan Kaitannya dengan Curah Hujan*. (Skripsi), IPB (Bogor Agricultural University), Bogor.
- Zakir, A., Sulistya, W., dan Khotimah, M. K. (2010). Perspektif Operasional Cuaca Tropis, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jakarta.