

Analisis Dampak Siklon Tropis *Pabuk* terhadap Unsur Cuaca di Kalimantan Barat

Nur Fitri*, Muliadi, Riza Adriat

Program Studi Geofisika, FMIPA Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. Dr. Hadari Nawawi, Pontianak

*Email : nurfitrigeof@gmail.com

(Diterima 3 Maret 2022; Disetujui 1 April 2022; Dipublikasi 30 April 2022)

Abstrak

Siklon tropis adalah sistem tekanan rendah yang terbentuk di atas perairan luas yang memiliki suhu tinggi. Pada tahun 2019 tercatat siklon tropis terjadi sebanyak 29 kali di Samudra Pasifik Barat. Siklon tropis *Pabuk* merupakan salah satu siklon tropis yang tumbuh paling dekat dengan wilayah Kalimantan Barat. Siklon tropis dapat memberikan dampak secara tidak langsung ke wilayah sekitarnya baik peningkatan maupun penurunan jumlah curah hujan. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh siklon tropis *Pabuk* terhadap unsur cuaca di Kalimantan Barat. Data yang digunakan adalah data biner dari satelit Himawari-8 IR, *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF) ERA-5 dan *Global Satellite Measurement of Precipitation* (GSMaP) yang divisualisasi dengan persamaan indeks konvektif, pola angin, transpor uap air, dan curah hujan melalui perangkat lunak *The Grid Analysis and Display System* (GrADS). Hasil analisis deskriptif yang diperoleh menunjukkan siklon tropis *Pabuk* menyebabkan terjadi hujan di wilayah Kalimantan Barat pada fase badai tropis tanggal 1-2 Januari 2019 sekitar 30-45 mm, dengan indeks konvektif 40-50, kecepatan angin 8-12 m/s dan jumlah massa uap air 600-1000 kg/(ms). Ekor siklon tropis *Pabuk* mengenai wilayah Kalimantan Barat karena jarak pembentukannya yang cukup dekat.

Kata Kunci : *Siklon tropis, Indeks konvektif, Streamline, Transpor uap air*

1. Latar Belakang

Kalimantan Barat umumnya memiliki pola curah hujan ekuatorial yaitu tipe hujan yang memiliki dua musim puncak hujan [1]. Oleh karena itu, Kalimantan Barat biasa disebut dengan daerah musim hujan sepanjang tahun. Namun, banyak proses dinamika atmosfer yang dapat memengaruhi curah hujan. Salah satunya kejadian siklon tropis yang termasuk dalam skala sinoptik.

Siklon tropis merupakan sistem tekanan rendah yang terbentuk karena adanya pembelokan angin oleh gaya *Coriolis* dan tingginya suhu permukaan laut sehingga menimbulkan gangguan sistem cuaca atmosfer. Siklon tropis sangat jarang terjadi di Indonesia, tetapi karena letak geografis Indonesia yang dikelilingi oleh wilayah perairan yang luas seperti Samudra Pasifik, Samudra Hindia dan Laut Cina Selatan, Indonesia mendapatkan dampak secara tidak langsung oleh siklon tropis yang terbentuk di wilayah perairan tersebut. Dampak tidak langsung dapat berupa adanya daerah pempunan angin, daerah belokan angin dan daerah defisit kelembapan[2].

Pada beberapa penelitian, radius siklon tropis yang cukup dekat di wilayah tertentu menunjukkan peningkatan curah hujan. Siklon tropis Cempaka dan Dahlia yang terbentuk di

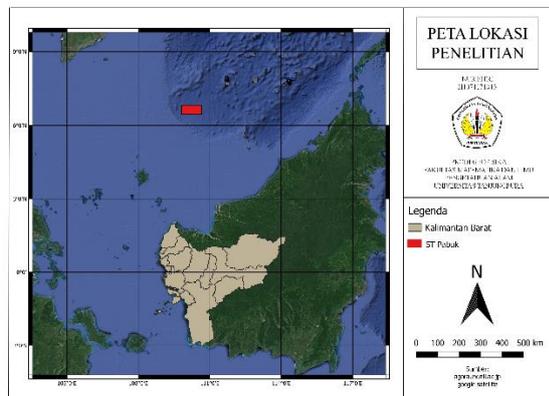
perairan bagian selatan Pulau Jawa dan Pulau Sumatra pada tahun 2017 mengakibatkan terjadinya hujan sangat lebat di wilayah Jawa Barat [3]. Siklon tropis Cempaka juga menyebabkan peningkatan curah hujan, banjir, tanah longsor dan gelombang tinggi di sebagian wilayah Jawa [4][5].

Tahun 2019 tercatat terjadi pembentukan siklon tropis sebanyak 29 kali di Samudra Pasifik Barat. Salah satu dari pertumbuhan siklon tropis tersebut yang posisinya paling dekat dengan wilayah Kalimantan Barat adalah siklon tropis *Pabuk*. Siklon tropis *Pabuk* tepatnya terbentuk di Laut Cina Selatan tanggal 1-4 Januari 2019. Penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk siklon tropis yang sama terkait kondisi atmosfer di wilayah Kepulauan Riau. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa wilayah Kepulauan Riau mendapatkan dampak hujan ringan sampai sedang saat terjadi siklon tropis *Pabuk* [6].

Wilayah Kalimantan Barat yang berbatasan langsung dengan Laut Cina Selatan dan pertumbuhan siklon tropis *Pabuk* yang cukup dekat dengan wilayah Kalimantan Barat, maka dilakukan analisis dampak siklon tropis *Pabuk* terhadap unsur cuaca di Kalimantan Barat. Unsur cuaca yang dianalisis yaitu indeks konvektif, *streamline*, transpor uap air dan curah hujan.

2. Metodologi

Lokasi siklon tropis *Pabuk* yang dianalisis dapat dilihat pada Gambar 1. Unsur cuaca yang dianalisis khusus di wilayah Kalimantan Barat. Pengolahan data selama periode terbentuknya siklon tropis *Pabuk* tanggal 1-4 Januari 2019 dalam setiap jam.



Gambar 1 Peta lokasi penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup:

- Suhu puncak awan dari Satelit Himawari-8 IR
- Kelembapan spesifik, komponen angin zonal dan komponen angin meridional dari data *reanalysis* ECMWF ERA 5
- Curah hujan dari GSMaP

Pengolahan data untuk mendapatkan hasil visualisasi unsur cuaca yang dianalisis menggunakan persamaan-persamaan berikut:

- Indeks konvektif digunakan untuk mengamati sebaran awan konvektif dan aktivitas konveksi yang sedang berlangsung dengan ketetapan nilai ambang 255K [7]

$$IK = 255K - TBB \quad (1)$$

dengan

IK : indeks konvektif

K : kelvin

TBB: temperature of black body (°K)

- Streamline* (pola angin) adalah peta arus angin yang sesuai garis singgung atau sejajar dengan keberadaan data sebenarnya. Pola angin diolah dari angin zonal dan angin meridional pada lapisan 925 mb untuk mendapatkan gambaran angin yang terbentuk di Kalimantan Barat.
- Transpor uap air untuk mengetahui sumber uap air yang menjalar dan jumlah uap air yang terbentuk [8]. Persamaan yang digunakan adalah

$$Q = \frac{1}{g} \int_{300}^{p_s} Vq (dp) \quad (2)$$

dengan

Q : transpor uap air (kg/(ms))

g : percepatan gravitasi (m/s²)

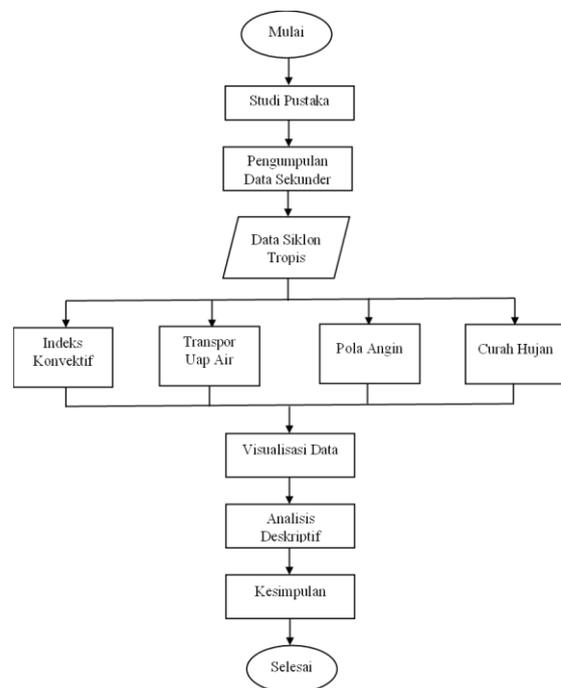
p_s : surface pressure (mb)

V : vektor angin zonal dan meridional (m/s)

q : kelembapan spesifik (kg/kg)

- Curah hujan kumulatif harian dari GSMaP digunakan untuk melihat sebaran hujan yang dipengaruhi oleh siklon tropis di Kalimantan Barat.

Pengolahan data dilakukan dengan visualisasi data-data biner menggunakan perangkat lunak GrADS. Sebelum itu, semua data harus dikonversi dalam bentuk .nc sehingga dapat terbaca oleh perangkat tersebut. Kemudian dilakukan analisis deskriptif untuk menjelaskan kondisi saat siklon tropis yang dikaji berlangsung dan pengaruhnya ke wilayah Kalimantan Barat (lihat Gambar 2).

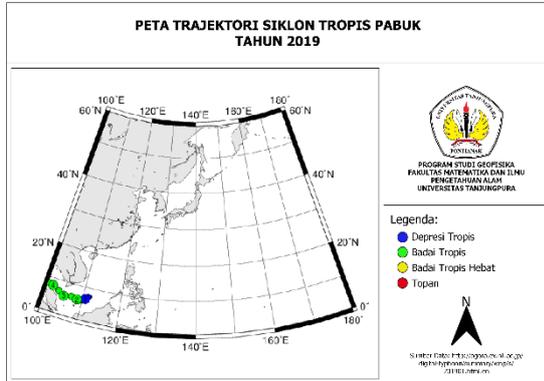


Gambar 2 Diagram alir penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Siklon tropis *Pabuk* terbentuk di Laut Cina Selatan sebelah utara Pulau Kalimantan. Jarak siklon tropis *Pabuk* dengan wilayah Kalimantan Barat kurang lebih 400 km. Durasi hidup siklon tropis *Pabuk* sekitar 84 jam, terhitung dari tanggal 1-4 Januari 2019. Siklon tropis *Pabuk* masuk dalam kategori badai tropis dengan

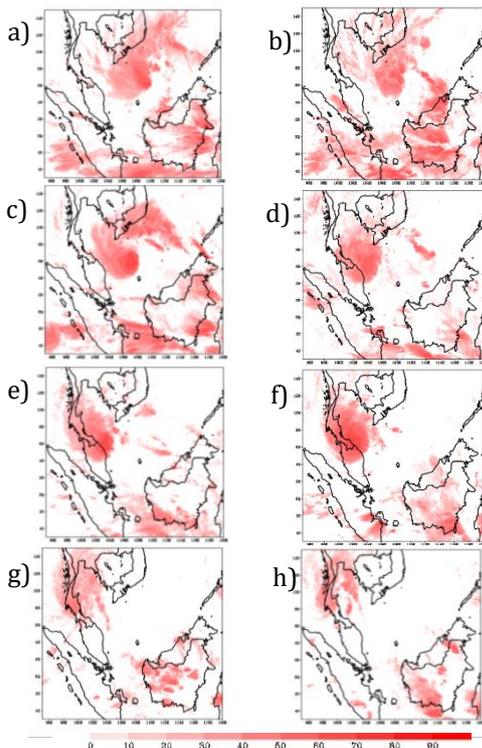
kecepatan angin maksimum 23,15 m/s dan tekanan minimum 996 mb. Siklon tropis *Pabuk* memberikan dampak bencana bagi negara-negara yang dilintasinya secara langsung, seperti Vietnam, Thailand dan Myanmar. Bahkan terdapat korban jiwa dan kerugian cukup besar yang diakibatkan oleh kerusakan dari siklon tropis *Pabuk*. Jejak siklon tropis *Pabuk* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Jejak perjalanan siklon tropis *Pabuk*

3.1 Analisis Indeks Konvektif

Indeks konvektif merupakan hasil dari pengolahan suhu puncak awan. Nilai indeks konvektif berbanding terbalik dengan suhu puncak awan. Semakin rendah suhu puncak awan, maka semakin tinggi indeks konvektifnya.



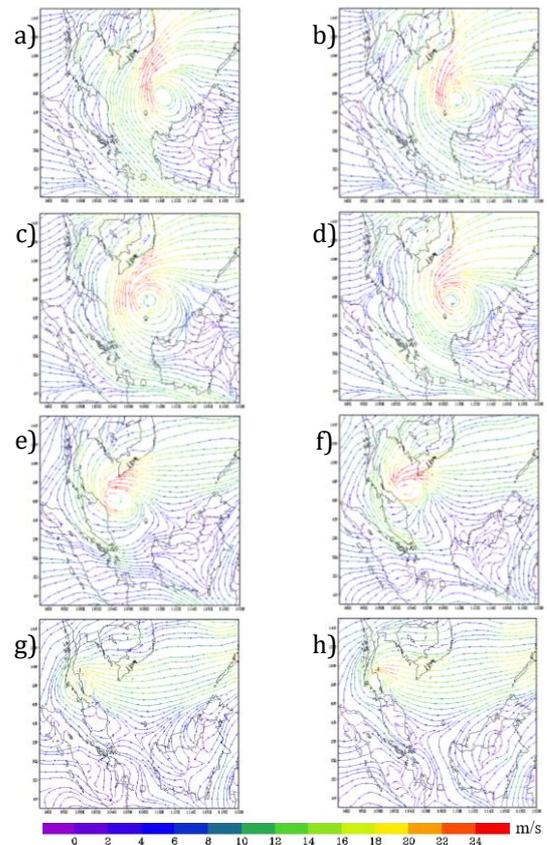
Gambar 4 Indeks konvektif periode siklon tropis *Pabuk* tanggal 1 Januari 2019 a) 06.00 UTC; b) 14.00 UTC; 2 Januari 2019 c) 01.00 UTC; d) 20.00 UTC; 3 Januari

2019 e) 07.00 UTC; f) 15.00 UTC; 4 Januari 2019 g) 11.00 UTC; h) 16.00 UTC

Indeks konvektif yang tinggi akan menunjukkan aktivitas konveksi dan pertumbuhan awan konvektif.

Dari hasil visualisasi pada tanggal 1 Januari 2019 pukul 06.00 UTC, siklon tropis *Pabuk* masih dalam tahap depresi tropis dengan indeks konvektif di pusaran siklon sekitar 60-70 (Gambar 4). Beberapa jam kemudian awan konvektif terlihat mendekati wilayah Kalimantan Barat dengan indeks konvektif 40-50. Pempunan awan tebal memanjang yang mengenai wilayah Kalimantan Barat dan terhubung ke perawanan siklon tropis disebut ekor siklon. Daerah yang terkena ekor siklon ini dapat menyebabkan curah hujan yang tinggi.

Tanggal 2 Januari 2019 ekor siklon tidak lagi mengenai wilayah Kalimantan Barat, karena siklon tropis *Pabuk* semakin bergerak ke barat. Sementara pertumbuhan awan konvektif pada hari berikutnya diduga disebabkan oleh pola angin lokal yang terbentuk di wilayah Kalimantan Barat.

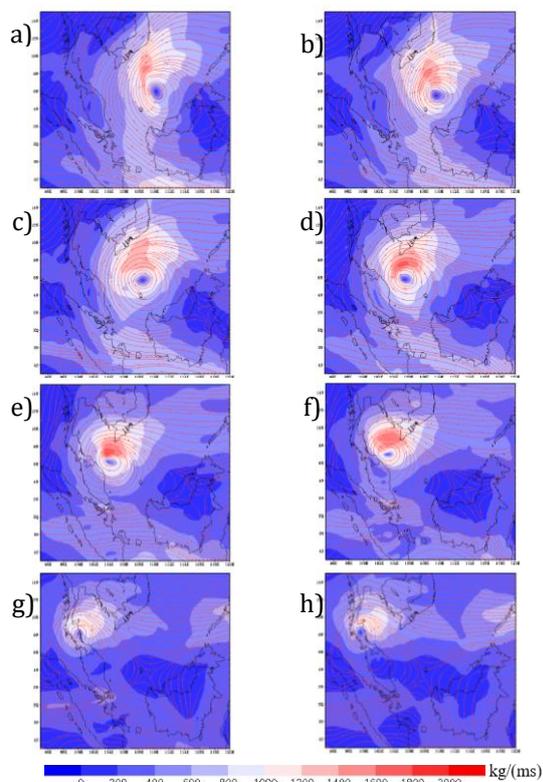


Gambar 5 Pola angin lapisan 925 mb periode siklon tropis *Pabuk* tanggal 1 Januari 2019 a) 06.00 UTC; b) 14.00 UTC; 2 Januari 2019 c) 01.00 UTC; d) 20.00

UTC; 3 Januari 2019 e) 07.00 UTC; f) 15.00 UTC; 4 Januari 2019 g) 11.00 UTC; h) 16.00 UTC

3.2 Analisis Streamline

Pola angin juga menjadi faktor penting untuk mendukung pertumbuhan awan hujan. Jika dilihat dari pola angin yang terbentuk saat siklon tropis *Pabuk* berlangsung. Tanggal 1 Januari 2019 (Gambar 5) menunjukkan angin yang melintasi wilayah Kalimantan Barat terhubung ke angin pusaran siklon dengan kecepatan sekitar 8-12 m/s. Kecepatan angin masuk pada pusaran siklon di atas 22 m/s. *Streamline* atau pola angin adalah gambaran angin yang disesuaikan dengan garis singgung sejajar dengan arah angin. Pola angin pada lapisan 925 mb dianalisis karena angin pada lapisan ini tidak mengalami gaya gesek dan bebas dari topografi [9]. Terdapat pola konvergensi yang merupakan pertemuan massa udara di wilayah Kalimantan Barat tanggal 2 Januari 2019 yang dapat mengakibatkan pertumbuhan awan konvektif. Tanggal 3-4 Januari 2019 siklon tropis *Pabuk* menjauh dan tidak memengaruhi wilayah Kalimantan Barat lagi.



Gambar 6 Transpor uap air periode siklon tropis *Pabuk* tanggal 1 Januari 2019 a) 06.00 UTC; b) 14.00 UTC; 2 Januari 2019 c) 01.00 UTC; d) 20.00 UTC; 3 Januari 2019 e) 07.00 UTC; f) 15.00 UTC; 4

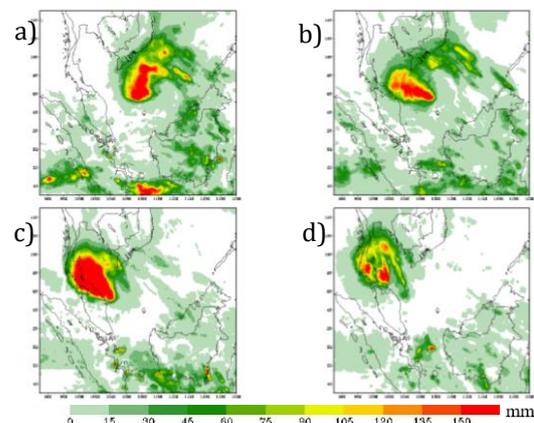
Januari 2019 g) 11.00 UTC; h) 16.00 UTC

3.3 Analisis Transpor Uap Air

Transpor uap air adalah jumlah pergerakan uap air yang dijajarkan per satu volume massa udara. Pada awal siklon tropis *Pabuk* terbentuk (Gambar 6) uap air bergerak dari utara menuju selatan. Jumlah uap air yang terkumpul pada pusaran siklon sebesar 1200-1600 kg/(ms). Pesisir Kalimantan Barat mendapat uap air sekitar 800-1000 kg/(ms) yang masih terhubung dengan aliran massa udara siklon tropis *Pabuk*, sedangkan wilayah Kalimantan Barat bagian timur memiliki massa uap air yang lebih rendah yaitu 400-600 kg/(ms). Adanya uap air salah satu faktor utama untuk pembentukan awan-awan konvektif yang menghasilkan hujan.

3.4 Analisis Curah Hujan

Hasil pengolahan spasial curah hujan pada Gambar 7 menunjukkan kategori hujan sangat lebat sampai hujan ekstrem di pusaran siklon. Jumlah curah hujan di pusaran siklon dapat mencapai 150 mm dengan cakupan yang sangat luas.



Gambar 7 Sebaran curah hujan kumulatif harian periode siklon tropis *Pabuk* tanggal a) 1 Januari 2019 b) 2 Januari 2019 c) 3 Januari 2019 d) 4 Januari 2019

Pada tanggal 1 Januari 2019 ketika siklon tropis *Pabuk* masih dalam fase depresi tropis, wilayah Kalimantan Barat menerima dampak kategori hujan ringan-sedang dengan jumlah hujan sekitar 0-30 mm di pesisir bagian barat dan 30-45 mm di bagian timur. Hal ini membuktikan pempunan awan konvektif yang terbentuk di wilayah Kalimantan Barat menghasilkan curah hujan, serta faktor kecepatan angin dan jumlah uap air yang basah. Ketika siklon tropis *Pabuk* memasuki fase badai tropis tanggal 2 Januari 2019, curah hujan di daerah pesisir Kalimantan Barat dalam kategori

sedang sekitar 30-60 mm. Tanggal 3-4 Januari 2019 hujan di Kalimantan Barat lebih terfokus di bagian selatan dan sudah tidak dipengaruhi lagi

4. Kesimpulan

Siklon tropis *Pabuk* pada saat fase badai tropis tanggal 1 Januari 2019 memberikan dampak terjadinya hujan di wilayah Kalimantan Barat. Indeks konvektif yang terbaca sekitar 40-50, ketika ekor siklon mengenai wilayah Kalimantan Barat. Kecepatan angin yang melintasi wilayah Kalimantan Barat cukup tinggi 8-12 m/s, yang menuju langsung ke pusaran siklon tropis *Pabuk*. Kemudian jumlah massa uap air yang mengenai wilayah Kalimantan Barat cukup basah yaitu 400-600 kg/(ms). Karena beberapa faktor yang mendukung pembentukan hujan terjadi di wilayah Kalimantan Barat, jumlah curah hujan yang terukur sekitar 0-30 mm di pesisir barat dan 30-45 mm di bagian timur. Pengaruh hujan dapat terjadi ketika jarak siklon tropis cukup dekat dengan Kalimantan Barat, sehingga ekor siklon mengenai wilayah tersebut.

5. Pengakuan

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak BMKG Supadio Kelas 1 Pontianak yang telah memberikan bantuan informasi dan data penelitian berupa data satelit Himawari-8 IR.

Daftar Pustaka

- [1] Hermawan, E., Pengelompokan Pola Curah Hujan yang Terjadi di Beberapa Kawasan P. Sumatera Berbasis Hasil Analisis Teknik Spektal, *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 11(2):75-85, 2010.
- [2] Syaifullah, M.D., Siklon Tropis Karakteristik dan Pengaruhnya di Wilayah Indonesia pada Tahun 2012, *Jurnal Sains dan Teknologi Modifikasi Cuaca*, 16(2):61-71, 2015.
- [3] Suhardi, B., Adiputra, A., dan Avrian, R., Kajian Dampak Cuaca Ekstrem Saat Siklon Tropis Cempaka dan Dahlia di Wilayah Jawa Barat, *Jurnal Geografi, Edukasi dan Lingkungan*, 4(2):61-67, 2020.
- [4] Habibie, M. N., Noviati, S. dan Harsa, H., Pengaruh Siklon Tropis Cempaka terhadap Curah Hujan Harian di Wilayah Jawa dan Madura, *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 19(1):1-11, 2018.
- [5] Hastuti, D., Firdianto P. U. dan Pribadi Y. H., Penentuan Variabilitas Awan Menggunakan Satelit Himawari-8 di Bandara Tunggalwulung sebagai Dampak Fenomena

oleh siklon tropis *Pabuk*. Hujan yang terjadi diduga karena adanya pola angin lokal yang terbentuk di sekitar wilayah Kalimantan Barat.

- Siklon Tropis Cempaka, *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*, 2(2):117-126, 2018.
- [6] Siregar, D.C., Ardah, V.P., dan Navitri, A.M., Analisis Kondisi Atmosfer Terkait Siklon Tropis Pabuk Serta Pengaruhnya Terhadap Tinggi Gelombang di Perairan Kepulauan Riau, *Jurnal Tunas Geografi*, 8(2):111-122, 2019.
 - [7] Krismianto, Analisis Pertumbuhan, Pergerakan, dan Intensitas Siklon Tropis Marcia Berbasis Data Satelit MTSAT, *Berita Dirgantara*, 16(1):37-45, 2015.
 - [8] Xiaoxia, Z., Yihui, D., and Panxing, W., Moisture Transpor in the Asian Summer Monsoon Region and Its Relationship with Summer Precipitation in China, *Acta Meteorologica Sinica*, 24(1):31-42, 2010.
 - [9] Fitriyawita, M., Jumarang, M. I., Apriansyah, Sulistya, W. dan Saepudin M., Hubungan Pola Garis Arus Angin (Streamline) dengan Distribusi Hujan di Kalimantan Barat, *Prisma Fisika*, 8(2):135-146, 2020.