



dapat diakses melalui <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmuo>



Analisis Pengaruh Siklon Tropis Terhadap Curah Hujan Di Sulawesi Utara

Wilhelmus Luky Kawuwunga^{a*}, Seni H. J. Tongkukuta^a, Sutikno^a

^aJurusan Fisika, FMIPA, Unsrat, Manado

KATA KUNCI

Siklon Tropis
Curah Hujan

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk menganalisis pengaruh siklon tropis terhadap curah hujan di Sulawesi Utara. Pertumbuhan siklon tropis yang terjadi di Belahan Bumi Utara merupakan salah satu faktor yang mempunyai dampak cukup signifikan terhadap curah hujan di Sulawesi Utara karena letak geografisnya. Data dianalisis menggunakan metode analogi subjektif melalui interpretasi data model angin, citra satelit, tekanan udara, arah angin dan curah hujan. Hasil analisis menunjukkan siklon tropis yang terjadi di Sulawesi Utara Tahun 2017 berpengaruh terhadap intensitas curah hujan di Sulawesi Utara, sifat hujan yang terjadi dan dampak yang ditimbulkan masing - masing siklon terhadap curah hujan di Sulawesi Utara berbeda beda tergantung karakteristik siklon dan kondisi lingkungannya. Pada siklon Banyan, tahap dewasa hingga purnya berpengaruh terhadap peningkatan curah hujan dengan sifat hujan dominan di atas normal. Pada siklon Talim, tahap awal tumbuh berpengaruh menurunkan curah hujan dan tahap dewasa berpengaruh meningkatkan curah hujan dengan sifat hujan dominan di atas normal. Pada siklon Kai-Tak, tahap awal tumbuh dan berakhir berpengaruh menurunkan curah hujan dan tahap dewasa meningkatkan curah hujan dengan sifat hujan dominan normal.

KEYWORDS

Tropical Cyclones
Rainfall

ABSTRACT

The research to analyze the impact at the tropical cyclones on rainfall in North Sulawesi has been done. The tropical cyclones growth that occur in the Northern Hemisphere is one of the factors that has a significant effect on rainfall in North Sulawesi because of its geographical condition. The data were analyzed using subjective analogy method through interpretation of wind model, satellite imagery, air pressure, wind direction, and rainfall. The results show that the tropical cyclones in North Sulawesi in 2017 affect the rainfall in North Sulawesi. The characteristic of the rain and the impact of each cyclone on rainfall in North Sulawesi differs depending on the cyclone and its environmental conditions. For the Banyan cyclone, extinct adult cyclones affect on the increasing of the rainfall with the dominant rain above normal. In Talim cyclone, the initial rainfall grows affect on decreasing of rainfall and in adult growth, it affects to the increasing rainfall with the dominant rain characteristic above normal. In Kai-Tak cyclones, the initial rain grows and ends affect to decreasing to rainfall and large rainfall increases with normal rain.

TERSEDIA ONLINE

01 Februari 2019

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan yang berada di daerah ekuator pada 94° BT - 141° BT dan 6° LU - 11° LS. Secara geografis, Indonesia

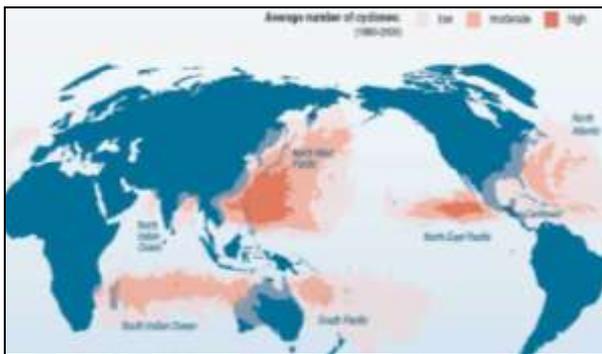
terletak di antara dua benua yaitu Asia dan Australia dan dua samudera yaitu Hindia dan Pasifik. Indonesia merupakan negara yang memiliki pulau-pulau dan lautan yang luas, dan tersebar dari Sabang sampai Merauke, sehingga Indonesia

*Corresponding author: Jurusan Fisika FMIPA UNSRAT, Jl. Kampus Unsrat, Manado, Indonesia 95115; Email address: lukykawuwung19@gmail.com

disebut juga daerah *Maritim Continent* atau wilayah benua bahari (Ramage, 1971).

Keadaan cuaca yang terjadi di Indonesia sangat dipengaruhi oleh keadaan sekitarnya antara lain skala global, skala regional, skala lokal, dan skala mikro. Salah satu faktor yang mempengaruhi cuaca di Indonesia adalah adanya siklon tropis yang masuk dalam skala regional (Wirjohamidjojo, 2006).

Siklon tropis terbentuk di atas lautan luas disertai dengan angin dahsyat berputar dan hujan sangat lebat. Pelepasan panas kondensasi oleh awan konvektif dalam siklon merupakan sumber energi utama siklon tropis. Kebanyakan siklon tropis terbentuk pada daerah lintang antara 10° sampai 20° dari ekuator. Sebagian besar siklon tropis (67%) terjadi di Belahan Bumi Utara (Tjasyono, 2006) seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Daerah pertumbuhan siklon tropis beserta namanya

Meskipun Indonesia bebas dari jejak siklon tropis karena terletak di daerah tropis dengan gaya korioli sangat kecil, tetapi efek siklon tropis ini dapat mempengaruhi kondisi cuaca di berbagai tempat di Indonesia antara lain angin kencang, gelombang tinggi dan curah hujan pada daerah-daerah yang dekat dengan tempat tumbuh siklon. Selain dipengaruhi posisi dan intensitas siklon, kondisi cuaca juga tergantung pada faktor sirkulasi udara di wilayah Indonesia. (Zakir, 2006).

Sebagaimana wilayah Indonesia lainnya yang beriklim tropis, Sulawesi Utara umumnya memiliki pola cuaca yang variatif dari hari cerah, berawan, hujan ringan hingga hujan deras. Cuaca yang terbentuk tergantung pada interaksi faktor faktor pembentukannya. Pertumbuhan siklon tropis yang terjadi di Belahan Bumi Utara merupakan salah satu faktor yang mempunyai dampak yang cukup signifikan terhadap curah hujan di Sulawesi Utara karena letak geografisnya. Dengan demikian kajian mengenai siklon tropis yang terjadi di Belahan Bumi Utara sangat diperlukan dalam memahami kondisi cuaca di wilayah ini. Pada tahun 2017 sedikitnya terjadi sekitar 24 siklon tropis yang terjadi di Samudera Pasifik.

2. Metode Penelitian

Lokasi Dan Waktu Penelitian

Data penelitian diambil dari 3 titik wilayah penelitian di Sulawesi Utara yang mewakili stasiun pengamatan synoptik, seperti terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Nama Stasiun dan Lokasi Penelitian

No	Nama Stasiun	Lokasi
1	Stasiun Meteorologi Sam Ratulangi	Manado
2	Stasiun Meteorologi Naha	Tahuna
3	Stasiun Pos Meteorologi Melongguane	Talau

Data siklon tropis yang digunakan adalah data selama 7 bulan, dari bulan Juni sampai Desember 2017. Data ini dipilih berdasarkan posisi matahari yang sedang berada di belahan bumi utara sehingga tekanannya lebih rendah dibandingkan belahan bumi selatan.

Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam adalah :

1. Data siklon tropis yang terjadi di Belahan Bumi Utara pada bulan Juni hingga Desember 2017 mencakup waktu terjadinya, tahap pertumbuhan, tekanan, dan kecepatan angin.
2. Data curah hujan harian pada periode yang sama yang diwakili oleh 3 kawasan di Sulawesi Utara meliputi Manado, Naha, dan Melonguane. Data ini diperoleh dari tiap-tiap Stasiun pengamatan. Data yang digunakan berasal dari pengukuran hujan dengan penakar hujan biasa tipe Observatorium (*non recording*)
3. Data profil cuaca menggunakan model TXLAPS (*Tropical Extended Limited System*) yaitu peta perjalanan siklon tropis dan peta sirkulasi angin (*streamline*).
4. Data Satelit cuaca pada periode yang sama yang di unduh dari situs Biro Meteorologi Australia (BOM).

Tahap-tahap pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analogi subjektif, dengan interpretasi data model angin, citra satelit dan membandingkan keadaan unsur-unsur cuaca saat sebelum, sedang dan sesudah terjadinya siklon tropis terhadap unsur cuaca dalam hal ini tekanan udara, angin dan curah hujan.

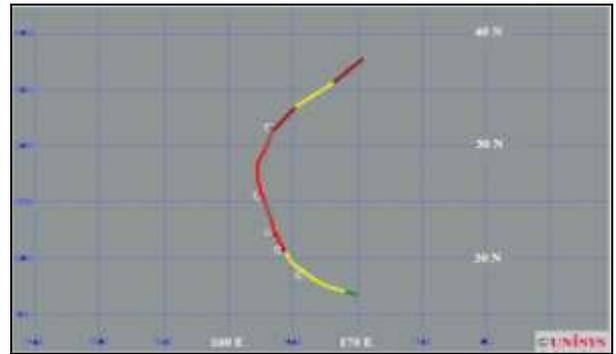
3. Hasil dan Pembahasan

Selama tahun 2017 tercatat 24 kali kejadian siklon tropis di Belahan Bumi Utara dengan pusat, skala dan masa hidup siklon yang berbeda-beda. Data tersebut disederhanakan seperti terlihat pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa siklon tropis mulai terjadi sejak bulan Juli 2017. Hal ini seiring dengan pergerakan semu matahari yang berada di utara ekuator sehingga memberikan energi maksimum di lautan wilayah utara ekuator sebagai pemicu terbentuknya siklon tropis.

Tabel 2. Daftar Kejadian Siklon Tropis Periode Juli-Desember 2017

(Sumber : UNISYS (<http://weather.unisys.com>))

No.	NAMA SIKLON	MASA HIDUP	
		Mulai	Habis
1	NANMADOL	2 Juli	4 Juli
2	TALAS	15 Juli	16 Juli
3	NORU	20 Juli	28 Juli
4	SONCA	21 Juli	25 Juli
5	KULAP	21 Juli	26 Juli
6	ROKE	21 Juli	22 Juli
7	NESAT	26 Juli	30 Juli
8	HAITANG	28 Juli	31 Juli
9	NALGAE	1 Agustus	5 Agustus
10	BANYAN	11 Agustus	16 Agustus
11	HATO	20 Agustus	23 Agustus
12	PAKHAR	24 Agustus	27 Agustus
13	SANVU	28 Agustus	2 September
14	MAWAR	31 Agustus	3 September
15	TALIM	8 September	18 September
16	DOKSURI	11 September	15 September
17	KHANUN	12 Oktober	16 Oktober
18	LAN	16 Oktober	23 Oktober
19	SAOLA	19 Oktober	29 Oktober
20	DAMREY	1 November	4 November
21	HAIKUI	10 November	12 November
22	KIROGI	18 November	19 November
23	KAI-TAK	13 Desember	20 Desember
24	TEMBIN	20 Desember	26 Desember



Gambar 3. Arah pergerakan siklon banyan.

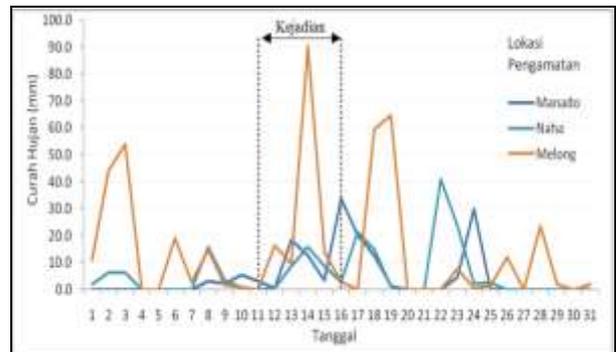
Siklon tropis Banyan ini berawal dari sistem tekanan rendah pada tanggal 10 Agustus 2017 di samudera pasifik, sebelah timur Philipina. Berkembang dan bergerak dengan lambat kearah Barat Laut - Utara hingga berkembang menjadi siklon tropis di samudera pasifik pada tanggal 11 Agustus dengan tekanan 994 mb, angin yang terjadi memiliki kecepatan hingga 90 knot. Pergerakan siklon tropis Banyan sejak teridentifikasi sebagai siklon tropis bergerak ke arah Barat Laut - Utara dengan lambat menuju Jepang. Saat siklon tropis Banyan berkembang lebih intensif ke arah Utara dan akhirnya melemah menjadi sistem tekanan rendah lalu punah setelah mendekati daratan Jepang pada tanggal 17 Agustus.

Secara umum pada bulan April hingga bulan September pola angin yang melintas di atas wilayah Sulawesi Utara adalah monsun Australia yang bertiup dari arah timur hingga tenggara. Monsun Australia berasosiasi dengan terjadinya kemarau di Indonesia. Setelah bulan September pola angin yang aktif adalah monsun Asia. Pola ini akan bertahan hingga bulan April berikutnya. Monsun Asia berasosiasi dengan terjadinya musim hujan di Indonesia. (Dupe, 2013).

Berdasarkan persentase anomali dengan curah hujan di atas normal pada 3 titik data pengamatan, maka dari 24 kali kejadian siklon dipilih 3 siklon tropis yang dianalisis lebih lanjut yaitu Siklon Banyan, Talim, dan Kai-Tak. Siklon tropis yang dianalisis ditentukan dari besarnya pengaruh kejadian siklon terhadap curah hujan di wilayah wilayah penelitian berdasarkan waktu kejadian siklon dan besaran anomali curah hujan di wilayah tersebut pada jangka waktu yang sama.

Siklon Tropis Banyan

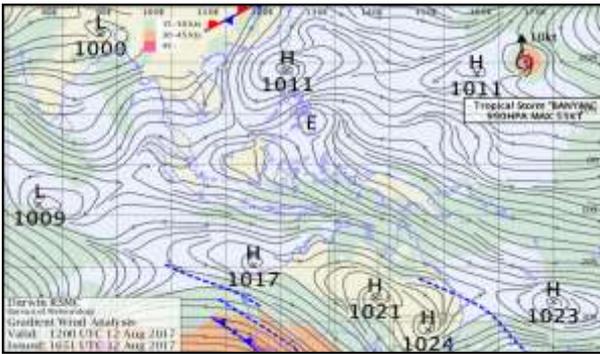
Masa hidup siklon tropis Banyan berlangsung selama 6 hari yaitu sejak tanggal 11 hingga 16 Agustus 2017. Tekanan minimum di pusat siklon ini berkisar 994 mb. Mulai terbentuk pada 16,7° LU dan 170,0° BT. Arah pergerakan ke arah utara dengan kecepatan angin maksimum mencapai 90 knot atau 166 km/jam seperti terlihat pada gambar 3.



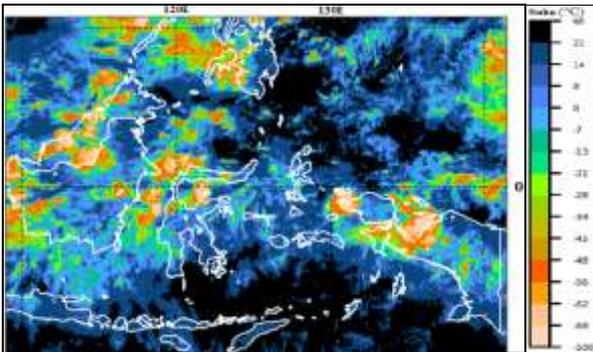
Gambar 4. Grafik Curah Hujan di wilayah pengamatan bulan Agustus 2017.

Pada fase awal pertumbuhan yaitu sistem tekanan rendah hingga badai tropis (*Tropical Storm*) peningkatan curah hujan di Sulawesi Utara terjadi di wilayah Melonguane dan Manado yang di akibatkan oleh siklon tropis banyan sebagaimana terlihat pada (Gambar 4).

Pola angin dan citra satelit saat kejadian siklon tropis Banyan pada tanggal 12 Agustus dan tanggal 15 Agustus di tunjukkan seperti pada Gambar 5.

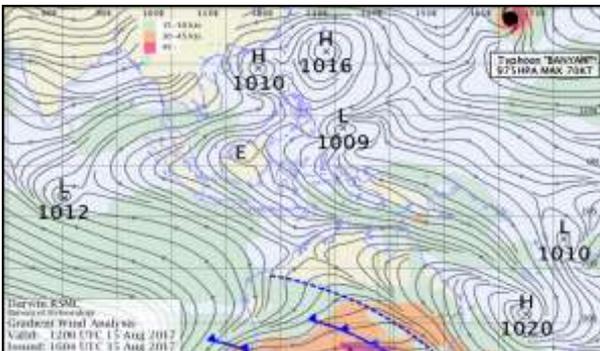


Gambar 5. Pola angin tanggal 12 Agustus 2017

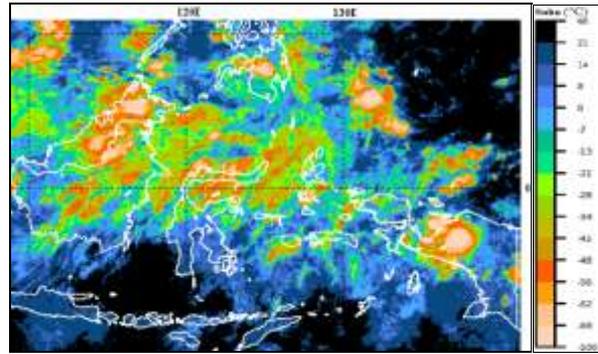


Gambar 6. Citra satelit tanggal 12 Agustus 2017 pukul 12.00 UTC.

Pada tahap pertumbuhan siklon tropis Banyan tanggal 12 Agustus 2017 terbentuk pusat tekanan rendah yang memusat di Samudera Pasifik sebelah timur Philipina yaitu siklon tropis Banyan. Pengaruh siklon tropis Banyan pada awal pertumbuhan belum mempengaruhi kondisi cuaca secara signifikan di Sulawesi Utara. Siklon ini di tambah adanya sirkulasi Eddy di wilayah Filipina menyebabkan daerah divergensi di atas wilayah Sulawesi Utara. Akibatnya wilayah Sulawesi Utara secara keseluruhan berpeluang cerah berawan hingga hujan ringan seperti terlihat pada citra satelit cuaca (Gambar 6).



Gambar 7. Pola angin tanggal 15 Agustus 2017

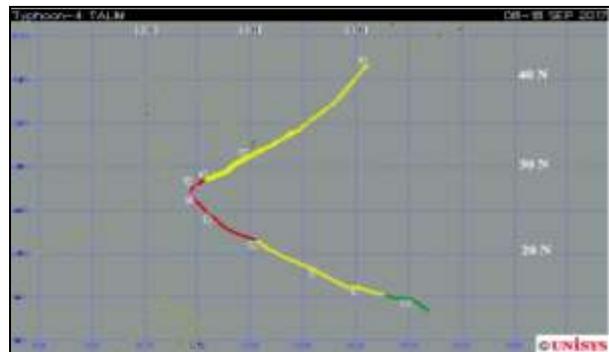


Gambar 8. Citra satelit tanggal 15 Agustus 2017 pukul 12.00 UTC

Pada fase dewasa siklon tropis ini (Gambar 7) yaitu tanggal 13 Agustus hingga 15 Agustus 2017 ditambah adanya sirkulasi Eddy di wilayah Kalimantan sebelah Utara dan adanya daerah pusat tekanan rendah di Samudera Pasifik sebelah timur Filipina menyebabkan terjadinya daerah konvergensi di atas Sulawesi Utara dan di Laut Sulawesi sehingga mengakibatkan terjadi peningkatan curah hujan di Sulawesi Utara meliputi daerah Manado, Naha dan Melonguane, serta terjadi hujan ringan hampir di seluruh wilayah Sulawesi Utara. Citra satelit (Gambar 8) menunjukkan adanya konsentrasi massa udara di Laut Sulawesi dan Laut Maluku karena adanya *shearline* atau belokan angin sebagai akibat adanya daerah konvergensi.

Siklon Tropis Talim

Siklon tropis Talim memiliki durasi hidup yang cukup lama, berlangsung selama 11 hari yaitu sejak tanggal 08 September hingga 18 September 2017. Tekanan minimum di pusat siklon ini berkisar 930 mb. Mulai terbentuk pada 13,4° LU dan 146,9° BT. Arah pergerakan ke arah barat laut dengan kecepatan angin maksimum mencapai 120 knot atau 222 km/jam seperti terlihat pada gambar 9.

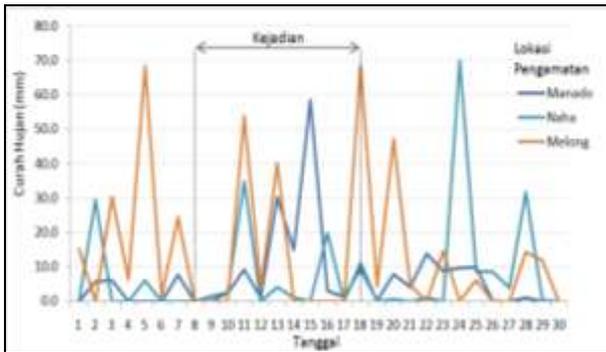


Gambar 9. Arah pergerakan siklon talim.

Siklon tropis Talim ini teridentifikasi sebagai sistem tekanan rendah pada tanggal 06 September 2017 di Samudera Pasifik sebelah Utara Papua. Pada tanggal 08 September sistem tekanan rendah ini berkembang ke dalam tahap Siklon Tropis.

Pada tanggal 14 September siklon tropis Talim mencapai tahap puncaknya dan memiliki intensitas tertinggi dengan kecepatan angin pada sekeliling pusat sistem mencapai 120 knot atau 222 km/jam

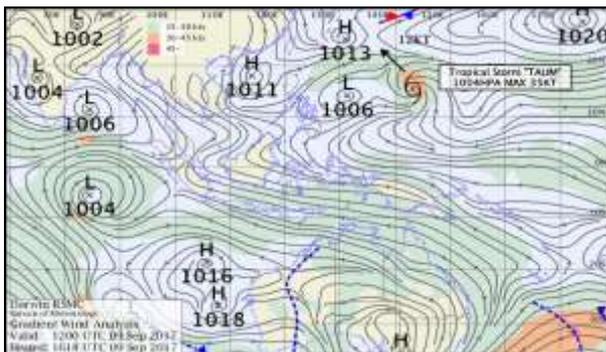
dengan tekanan 935 mb. Pada tanggal 18 September Siklon Tropis Talim melemah hingga akhirnya punah saat memasuki wilayah Jepang (Gambar 9).



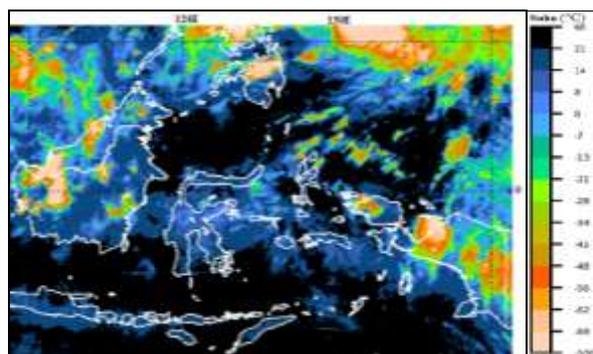
Gambar 10. Grafik Curah Hujan di wilayah pengamatan bulan Agustus 2017.

Pada awal pertumbuhan, Siklon Talim belum mempengaruhi intensitas curah hujan di Sulawesi Utara. Peningkatan curah hujan di Sulawesi Utara terjadi saat Siklon Talim masuk tahap dewasa, di mana beberapa daerah di Sulawesi Utara mengalami penambahan curah hujan yaitu di daerah Manado, Naha dan Melong, seperti terlihat pada Gambar 10.

Pola angin dan citra satelit pada fase awal, dewasa dan punah Siklon Talim pada tanggal 9 September, dan 13 September 2017 di tunjukkan seperti pada Gambar 11 sampai dengan 14.



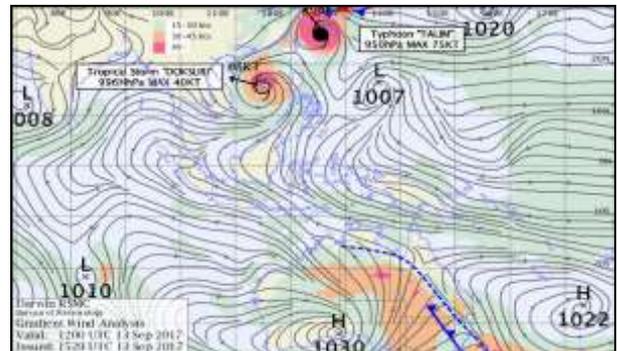
Gambar 11. Pola angin tanggal 09 September 2017.



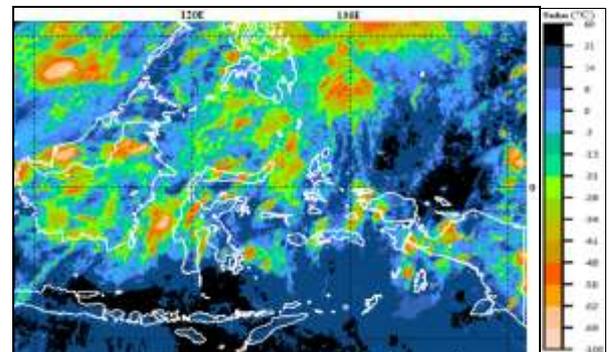
Gambar 12. Citra satelit tanggal 09 September 2017 pukul 12.00 UTC.

Pada fase awal terbentuknya pusat tekanan rendah yang memusat dan memutar di Samudera Pasifik sebelah timur Philipina yaitu siklon tropis

Talim belum mempengaruhi kondisi cuaca yang signifikan di Sulawesi Utara, di lihat dari pola angin tanggal 09 September 2017 (Gambar 11) pada awal terbentuknya siklon tropis Talim, kondisi angin di atas wilayah Sulawesi Utara bersifat divergensi, akibatnya wilayah Sulawesi Utara memiliki kecenderungan cuaca baik yang mengurangi potensi hujan. Citra Satelit tanggal 09 September 2017 (Gambar 12) menunjukkan tidak adanya pertumbuhan awan-awan konvektif yang terjadi di atas wilayah Sulawesi Utara.



Gambar 13. Pola angin tanggal 13 September 2017.



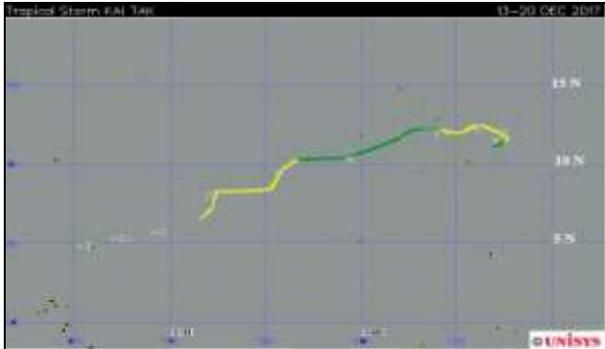
Gambar 14. Citra satelit tanggal 13 September 2017 pukul 12.00 UTC.

Pada fase tumbuh dan dewasa Siklon tropis Talim, Pola angin memperlihatkan adanya daerah pola angin konvergensi dan *shearline* (Gambar 13) yang terjadi di atas wilayah Sulawesi Utara. Terlihat pada citra satelit (Gambar 14) menyebabkan adanya konsentrasi massa udara pada sebagian besar wilayah Sulawesi Utara.

Pada tanggal 13 September 2017 saat terjadinya Siklon Talim terdapat pula Siklon Doksuri di sebelah Barat Filipina dan adanya pusat tekanan rendah 1007 hPa di Samudera pasifik sebelah Timur Filipina mengakibatkan terjadi pola angin konvergensi dan *shearline* (pada peta pola angin) yang mempengaruhi penambahan intensitas curah hujan di beberapa wilayah di Sulawesi Utara. Pada tahap punah siklon tropis Talim curah hujan lebih banyak berkurang di sebagian besar wilayah Sulawesi Utara, kondisi siklon tropis ini tidak lagi mempengaruhi intensitas curah hujan di Sulawesi Utara.

Siklon Kai-Tak

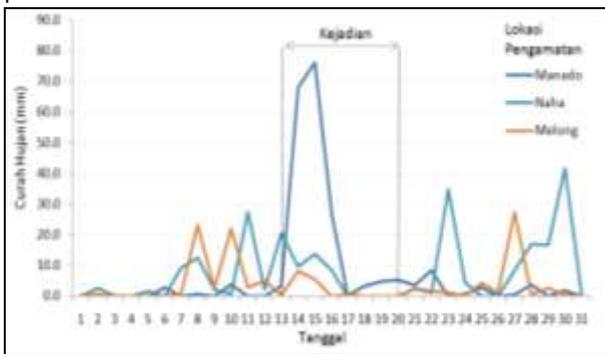
Masa hidup Siklon tropis Kai-Tak, berlangsung selama 8 hari yaitu mulai tanggal 13 Desember hingga 20 Desember 2017. Tekanan minimum di pusat siklon ini berkisar 994 hPa. Siklon Kai-Tak mulai terbentuk pada 11,3° LU dan 127,3° BT. Arah pergerakan ke arah Barat – Barat Laut dengan kecepatan angin maksimum 50 knot atau 93 km/jam, seperti terlihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Arah pergerakan siklon Kai-Tak.

Masa hidup siklon tropis Kai-Tak berlangsung selama 8 hari mulai tanggal 13 Desember hingga 20 Desember 2017. Siklon tropis Kai-Tak terbentuk di Samudra Pasifik sebelah Timur Filipina dan tekanan minimum di pusat siklon berkisar 994 hPa dengan intensitas angin maksimum 50 knot. Pergerakan siklon tropis Kai-Tak ke arah Barat Daya dengan lambat melewati Filipina dan menuju ke Laut Cina Selatan sampai akhirnya punah pada tanggal 20 Desember (Gambar 15).

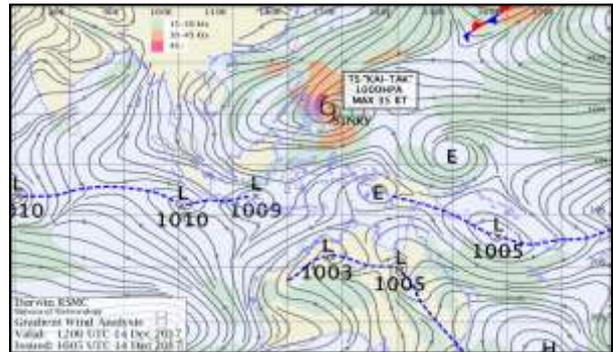
Hasil pengukuran curah hujan di wilayah pengamatan saat terjadi siklon Kai-Tak di tunjukkan pada Gambar 16.



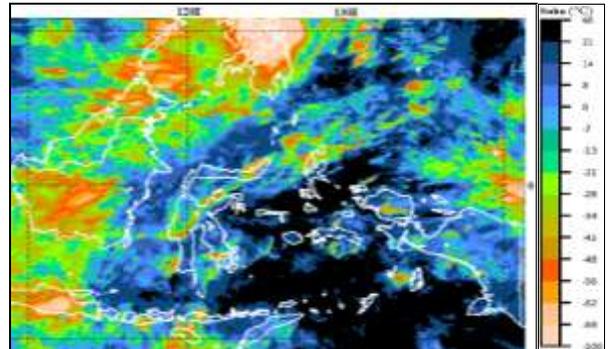
Gambar 16. Curah Hujan di wilayah pengamatan periode bulan Desember 2017.

Siklon tropis Kai-Tak memberikan dampak penambahan intensitas curah hujan di Sulawesi Utara sejak awal tumbuh hingga dewasa siklon tersebut. Pada tanggal 14 Desember sampai 16 Desember 2017 terjadi penambahan jumlah curah hujan di beberapa daerah di Sulawesi Utara antara lain di daerah Manado.

Pola angin dan citra satelit saat kejadian siklon tropis Kai-Tak pada tanggal 14 Desember, dan 20 Desember 2017 di tunjukkan seperti pada Gambar 17 sampai dengan 20.

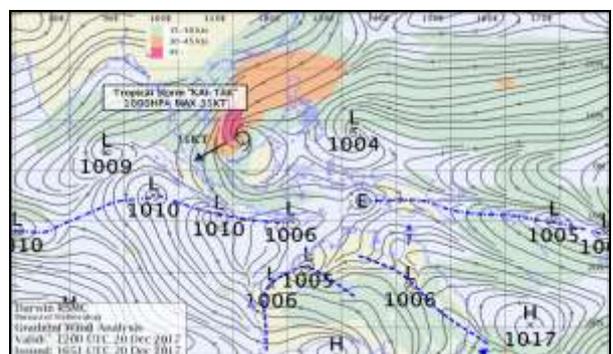


Gambar 17. Pola angin tanggal 14 Desember 2017

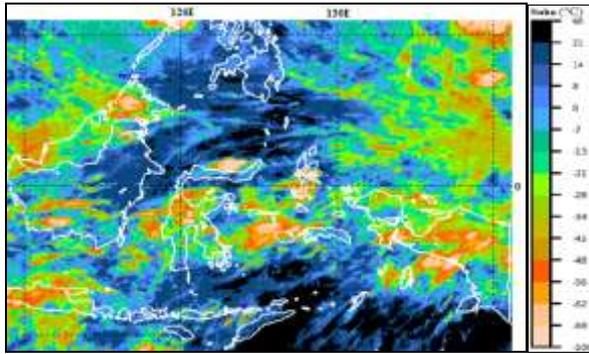


Gambar 18. Citra satelit tanggal 14 Desember 2017 pukul 12.00 UTC.

Pola angin tanggal 14 Desember 2017 pada peta *streamline* terdapat Siklon Kai-Tak di Samudera Pasifik sebelah Utara Filipina dan terdapat Sirkulasi Eddy di Papua sebelah Barat Daya dan di Samudera Pasifik sebelah Timur Laut Papua menyebabkan pergerakan angin di atas wilayah Sulawesi Utara berpola konvergen (Gambar 17). Pola ini berpengaruh terhadap bertambahnya curah hujan pada sebagian wilayah Sulawesi Utara. Citra satelit menunjukkan bahwa konsentrasi massa udara terjadi di Laut Sulawesi (Gambar 18).



Gambar 19. Pola angin tanggal 20 Desember 2017



Gambar 20. Citra satelit tanggal 17 Desember 2017 pukul 12.00 UTC

Pada tahap melemahnya Siklon tropis Kai-Tak hingga akhirnya purnah curah hujan lebih banyak berkurang di sebagian besar wilayah Sulawesi Utara. Pola angin pada peta *streamline* menunjukkan adanya daerah netral di atas Laut Sulawesi akibat adanya Siklon tropis Kai-Tak di Utara Kalimantan dan adanya daerah pusat tekanan rendah di Samudera Pasifik sebelah utara Ternate (Gambar 19) sehingga menyebabkan massa udara tertarik ke daerah tersebut. Hal ini menyebabkan wilayah Sulawesi Utara kekurangan massa udara pembentuk hujan sehingga curah hujan di sebagian besar wilayah Sulawesi Utara berkurang. Citra satelit (Gambar 20) menggambarkan tidak adanya konsentrasi massa udara yang berpotensi mengakibatkan hujan di sekitar wilayah Sulawesi Utara. Sebagai akibatnya sebagian besar wilayah Sulawesi utara mengalami penurunan curah hujan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa sifat hujan yang terjadi dan dampak yang ditimbulkan masing - masing siklon terhadap curah hujan di Sulawesi Utara berbeda beda tergantung karakteristik siklon dan kondisi lingkungannya, sebagai berikut :

1. Pada siklon Banyan, tahap dewasa hingga purnah berpengaruh terhadap peningkatan curah hujan dengan sifat hujan dominan di atas normal, dengan nilai di atas 115%.
2. Pada siklon Talim, tahap awal tumbuh berpengaruh menurunkan curah hujan dan tahap dewasa berpengaruh meningkatkan curah hujan dengan sifat hujan dominan di atas normal, dengan nilai di atas 115%.
3. Pada siklon Kai-Tak, tahap awal tumbuh dan berakhir berpengaruh menurunkan curah hujan dan tahap dewasa berpengaruh meningkatkan curah hujan dengan sifat hujan dominan normal, dengan nilai antara 85% - 115%.

Daftar Pustaka

- Dupe, Z. L. 2003. *Badai Tropis dan Cuaca Ekstrem di Indonesia*. ITB Jakarta.
<http://weather.unisys.com> [01 Oktober 2018].
<http://www.bom.gov.au> [01 Oktober 2018].
 McBride, J.L. 1995. *Tropical Cyclone Formation, Global Perspectives on Tropical Cyclones*. WMO.

Ramage, C.S. 1971. *Monsoon Meteorology*. Academic Press Inc. London.

Tjasyono, B. 1999. *Klimatologi umum Indonesia*. ITB Jakarta.

Tjasyono, B. 2006. *Meteorologi Indonesia 1 Karakteristik dan Sirkulasi Atmosfer*. Badan Meteorologi dan Geofisika. Jakarta.

Tjasyono, B. 2006. *Meteorologi Indonesia 2*. Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, Jakarta.

Wirjohamidjojo, S. 2006. *Meteorologi Praktik*. Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, Jakarta.

Zakir, A. 2006. *Badai Angin*. Jakarta.

Zakir, A., dan K.K. Mia. 2007. *Badai dan Pengaruhnya Terhadap Cuaca Buruk Di Indonesia*. Jakarta.