

Analisis Komponen Angin Zonal dan Meridional Sebagai Penentu Awal Musim di Wilayah Tana Toraja

Herniella Tiara Utami^{1,2*}, Muhammad Arsyad¹, Husain¹

¹Program Studi Fisika, Universitas Negeri Makassar, Makassar, 90222, Indonesia

²Stasiun Meteorologi Toraja, Tana Toraja, 91862, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 18 April 2024

Direvisi: 27 Mei 2024

Diterima: 24 Juni 2024

Kata kunci:

Angin Meridional

Angin Zonal

Awal Musim

El-Niño

La-Niña

Keywords:

Meridional winds

Zonal wind

Onset season

El-Niño

La-Niña

Penulis Korespondensi:

Herniella Tiara Utami

Email: herniella.utami@bmkgo.id

ABSTRAK

Penentuan awal musim lumrahnya menggunakan pola sebaran curah hujan selama periode klimatologis dalam bentuk grafik batang. Namun demikian, menurut penelitian terdahulu prediksi awal musim dapat juga menggunakan komponen angin Zonal dan Meridional. Belum banyak penelitian terkait awal musim di Tana Toraja maka dari itu penelitian ini bertujuan mengetahui profil angin Zonal dan Meridional pada lapisan 850 mb dan kaitannya terhadap awal musim di Tana Toraja selama periode klimatologi 1998 – 2022 (25 tahun) serta saat kejadian *El-Niño* dan *La-Niña*. Data acuan menggunakan data curah hujan dasarian Stasiun Meteorologi Toraja dan data model array angin Zonal dan Meridional harian dari *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF). Data divisualisasikan dalam bentuk peta dan grafik kemudian dianalisis secara spasial dan deskriptif pada periode klimatologi, *El-Niño* dan *La-Niña*. Hasil analisis menunjukkan pola curah hujan di Tana Toraja sangat dipengaruhi angin musunonal ditandai dengan Wilayah Tana Toraja didominasi oleh pergerakan angin Zonal baratan saat musim penghujan. Awal musim hujan terjadi pada dasaharian I Juli dan puncak musim hujan dapat ditentukan pada dasaharian II Maret hingga II April. Fenomena angin Zonal *El-Niño* dan *La-Niña* sangat mempengaruhi akumulasi curah hujan di Wilayah Tana Toraja, yang menyebabkan penguatan dan pelemahan angin Zonal dan Meridional.

The determination of the onset of season typically utilizes the rainfall distribution pattern during the climatological period in the form of a bar graph. However, according to previous research, the prediction of the onset of the season can also use the components of Zonal and Meridional winds. There hasn't been much research related to the onset of season in Tana Toraja; therefore, this study aims to determine the profile of Zonal and Meridional winds at the 850 mb level and their relation to the onset of season in Tana Toraja during the climatology period from 1998 to 2022 (25 years) as well as during El Niño and La Niña events. Reference data for this analysis is sourced from daily precipitation records from the Toraja Meteorological Station and daily Zonal and Meridional wind array model data from the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). The collected data is then visualized through maps and graphs, followed by spatial and descriptive analysis for the climatologi period, El Niño, and La Niña events. The analysis findings reveal that the rainfall pattern in Tana Toraja is significantly influenced by monsoonal winds, particularly characterized by the prevalence of westerly Zonal winds during the rainy season. The onset of the rainy season typically occurs in early July, with the peak of the rainy season usually observed from mid-March to mid-April. Zonal winds during El Niño and La Niña events notably impact rainfall accumulation in the Tana Toraja region, resulting in variations in the strength of Zonal and Meridional winds.

Copyright © 2024 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Informasi cuaca/iklim salah satunya penentuan awal musim dapat dijadikan sumberdaya dalam pertimbangan pengambilan keputusan perencanaan dan pelaksanaan kegiatan pada berbagai sektor seperti pertanian, pengairan, perkebunan (Wirjohamidjojo & Swarinoto, 2007). Letak geografis dan topografis yang beragam mengakibatkan keberagaman awal musim terjadi di Indonesia, yang berdampak pada awal musim di tiap daerah berbeda. Secara umum, wilayah Indonesia memiliki dua musim yaitu musim hujan dan kemarau. Curah hujan yang bervariasi tiap bulan berdampak pada waktu musim tanam yang beragam. Informasi awal musim penting untuk diketahui terutama untuk perencanaan pola tanam dan panen, agar sistem ketahanan pangan dapat terwujud.

Kabupaten Tana Toraja wilayah yang berada pada ketinggian 700 - 1.425 mdpl, sehingga secara umum morfologi Wilayah Tana Toraja didominasi pegunungan, lembah dan gunung serta dilalui sungai terpanjang di Sulawesi Selatan. Lapangan pekerjaan utama yang mendominasi di Tana Toraja adalah pada bidang pertanian, sebanyak 104.348 jiwa bekerja pada sektor pertanian (Badan Pusat Statistik, 2022). Menyadari belum banyak penelitian terkait awal musim di wilayah Tana Toraja. Maka dari itu, penentuan awal musim sangat diperlukan di Tana Toraja guna perencanaan pola tanam atau tata guna lahan.

Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) sudah memiliki produk informasi prediksi awal musim dan telah digunakan oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian dan Perkebunan serta Kementerian Pertanian dalam penyusunan kalender tanam. Namun, umumnya prediksi dilakukan menggunakan model prediksi curah hujan (Virgianto, 2014). Model prediksi menggunakan curah hujan secara sederhana dengan menyusun pola distribusi curah hujan dalam bentuk grafik batang selama periode klimatologi. Penetapan Awal musim hujan (AMH) jika curah hujan mencapai 50 mm dan diikuti dua dasarian berturut-turut, dan sebaliknya untuk Awal musim kemarau (AMK) curah hujan di bawah 50 mm (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, 2019).

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya ditemukan keterkaitan antara komponen angin Zonal dan Meridional terhadap curah hujan yang dapat menjadi presekutor penentu awal musim (Simanjuntak & Safril, 2020). Pada penelitian tersebut awal musim kemarau dapat ditentukan oleh komponen angin Zonal dan Meridional. Selain itu analisis profil angin Zonal, Meridional dan suhu muka laut sebagai prediktor curah hujan bulanan wilayah Makassar menunjukkan bahwa komponen Zonal dominan baratan pada bulan Januari - Maret dan Desember, sedangkan dominan timuran pada bulan April - November. Komponen Meridional dominan utara pada bulan Januari - Maret dan dominan selatan pada bulan April - Desember (Pandiangan, 2018).

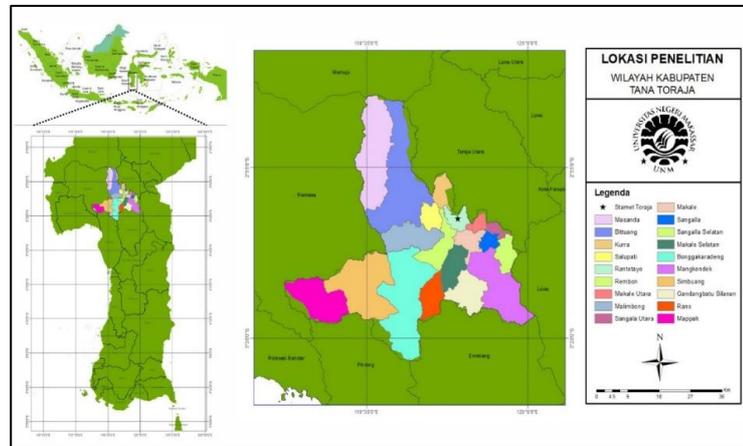
Awal musim dan panjang musim di Indonesia tidak selalu tetap, pergeseran awal musim dipengaruhi banyak faktor mulai faktor fenomena lokal maupun faktor fenomena global. Banyak faktor yang mempengaruhi kondisi iklim salah satunya fenomena *El-Niño* dan *La-Niña* yang dapat mempengaruhi curah hujan di suatu wilayah (Wicaksono, 2022). Dengan demikian, kajian ini akan memprediksi awal musim di Wilayah Tana Toraja dengan mengkaji komponen angin Zonal dan Meridional lapisan 850 mb pada saat kondisi klimatologi dan saat kejadian *El-Niño* serta *La-Niña* pada kategori sedang - kuat, mengingat penelitian terkait belum pernah dilakukan di Wilayah Tana Toraja.

II. METODE

Kajian difokuskan di wilayah Tana Toraja dengan cakupan area $2^{\circ} - 3^{\circ}$ LS dan $119^{\circ} - 120^{\circ}$ BT, Gambar 1. Menunjukkan stasiun pengamat curah hujan yang digunakan adalah Stasiun Meteorologi Toraja, periode data yang digunakan dari tahun 1998 -2022 yaitu data curah hujan perdasaharian. Selain itu data yang digunakan adalah data angin Zonal dan Meridional lapisan 850 mb yang diperoleh dari *European Center for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF) dengan resolusi $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ dengan domain Indonesia. Serta data *Oceanic Niño Index* (ONI) pada situs *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA).

Data komponen angin *U* (Zonal) dan angin *V* (Meridional) lapisan 850 mb berupa data bulanan dari model ECMWF *Reanalysis 5-th Generation* (ERA5) dengan format *Network Common Data* (netCDF) mencakupi 95° BB - 145° BT dan 10° LU - 12° LS, pemetaan komponen angin *U* dan *V* menggunakan software *The Grid Analysis and Display System* (GrADS) pada saat periode klimatologi (1998-2022), periode *El Niño* dan periode *La Niña*. Menentukan periode *El Niño* dan *La Niña* berkekuatan sedang - kuat dengan kriteria lebih besar +0,5 untuk *El Niño* serta lebih rendah -0,5 pada

periode *La Niña* berpatokan pada ONI dari NOAA. Periode *El Niño* yang diambil selama tahun 2002 dan periode *La Niña* tahun 2022. Data curah hujan harian kemudian diubah ke dalam bentuk dasaharian diplot menggunakan aplikasi pengolahan data untuk mendapatkan hasil temporal, begitupun komponen angin *U* dan *V* berupa data harian yang diubah menjadi data dasaharian pada titik 3°LS dan 119,75° BT.



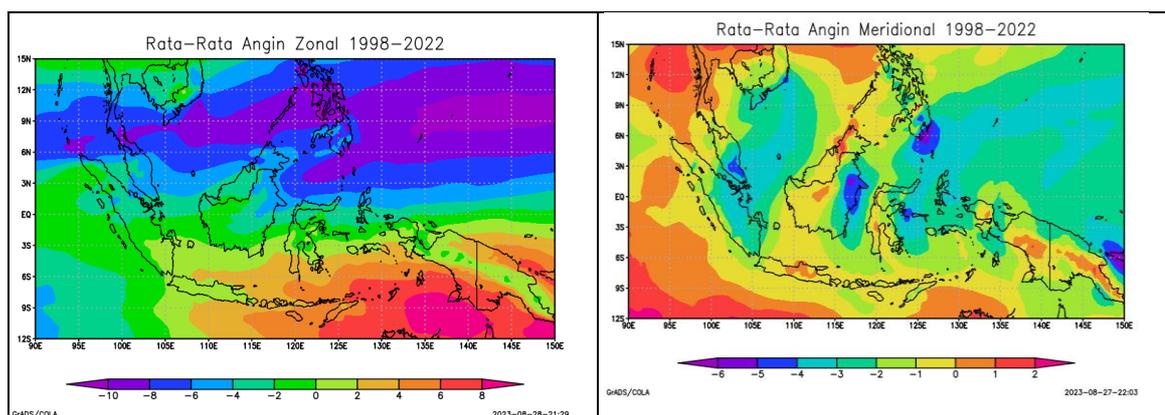
Gambar 1 Kabupaten Tana Toraja dan Lokasi Penakar Curah Hujan

Penelitian ini menggunakan metode pendekatan komparatif, tujuannya adalah untuk memahami secara mendalam subjek penelitian yang diteliti, menentukan pola hubungan atau tingkah laku faktor penyebab yang ada. Penelitian komparatif dimaksudkan untuk mendeskripsikan hubungan komponen angin Zonal dan Meridional terhadap pola hujan di Wilayah Tana Toraja serta hubungan komponen angin tersebut terhadap fenomena *El Niño* dan *La Niña*.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Periode Klimatologi

Rata-rata komponen angin selama tahun 1998-2022 didefinisikan sebagai periode klimatologi. Secara spasial komponen angin Zonal dan Meridional ditunjukkan Gambar 2, periode klimatologi angin Zonal menunjukkan arah baratan yang berkekuatan besar di timur Indonesia dan berangsur melemah ke barat Indonesia. Wilayah Indonesia bagian barat dan selatan dipengaruhi oleh angin timuran yang kecepatannya cukup lemah bernilai 2 m/s – 4 m/s. Wilayah Tana Toraja di dominasi timuran dengan kecepatan 0 m/s – 2 m/s.



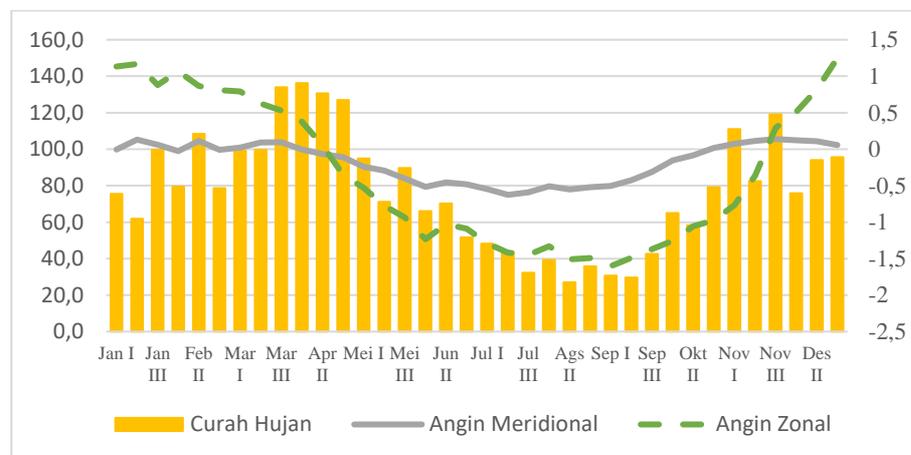
Gambar 2 Sebaran Spasial Komponen Angin Saat Periode Klimatologi Angin Zonal bulan November 2015, (b) Angin Meridional bulan November 2015

Angin Meridional rata-rata keadaan klimatologi bergerak ke selatan dengan kecepatan 0 m/s hingga 4 m/s. kondisi ini cukup merata terjadi di wilayah Indonesia. Terdapat beberapa beberapa wilayah yang dipengaruhi oleh angin Meridional yang bergerak ke utara dengan kecepatan 1 m/s seperti sebagian kecil di pulau Sulawesi, sebagian Jawa Tengah, sebagian kecil Kalimantan Tengah, dan sebagian kecil Papua. Wilayah Tana Toraja didominasi pergerakan angin Meridional dari utara ke selatan.

Berdasarkan rata-rata dasarian Gambar 3 juga menunjukkan kondisi yang sama dimana angin Zonal cukup menunjukkan hubungan terhadap curah hujan di Tana Toraja. Awal musim kemarau terjadi pada dasarian I Juli dengan akumulasi curah hujan rata-rata 48,24 mm. Angin Zonal bertiup dari timur berkecepatan 1,29 m/s saat awal musim kemarau. Kondisi tersebut sesuai dengan rata-rata angin Zonal yang terjadi di Jambi, menurut (Simanjuntak et al., 2021) angin Zonal baratan berangsur melemah mulai Februari dan berganti arah timuran pada bulan Mei. Awal musim hujan terjadi pada dasarian I Oktober dengan akumulasi rata-rata curah hujan 65,03 mm, angin Zonal timuran masih bertiup saat dengan kecepatan 1,25 m/s saat awal musim hujan terjadi. Hal ini menunjukkan Tana Toraja cukup dipengaruhi oleh angin monsun walaupun saat awal hujan angin Zonal timuran yang bertiup di Tana Toraja. AMH lebih cepat 4 (empat) dasarian saat angin Zonal mulai bertiup.

Angin Meridional menunjukkan pola grafik yang mirip dengan angin Zonal, namun saat awal musim kemarau angin Meridional bertiup ke selatan berkecepatan 0,54 m/s. Terdapat anomali angin Meridional yang terjadi di Tana Toraja selama transisi musim kemarau hingga berakhirnya musim kemarau, menurut (Visa et al., 2012) angin Meridional selama musim kemarau rata-rata bertiup dari selatan ke utara selama periode kering Juni-Juli-Agustus. Anomali angin Meridional terjadi selama periode basah Desember-Januari-Februari, angin bertiup dari selatan ke utara. Namun pada AMH angin Meridional bertiup ke selatan berkecepatan 0,15 m/s menandakan aktivitas monsun Asia aktif dan cukup berpengaruh pada musim di Tana Toraja.

Identifikasi awal musim kemarau dapat dilakukan dengan melihat pola grafik angin Zonal yang cenderung melemah hingga dan berganti arah dari baratan berubah menjadi timuran semakin kuat angin timuran bertiup maka puncak musim kemarau dapat terlihat pada dasarian II Agustus hingga I September dengan kecepatan maksimum 1,49 m/s – 1,60 m/s. Sedangkan awal musim kemarau terlihat adanya pelemahan angin Zonal timuran hingga berganti menjadi angin baratan, selama periode basah kecepatan angin Zonal baratan maksimum. Puncak musim hujan berada pada dasarian III Maret – II April dari irisan antara angin Zonal dan meridiona.



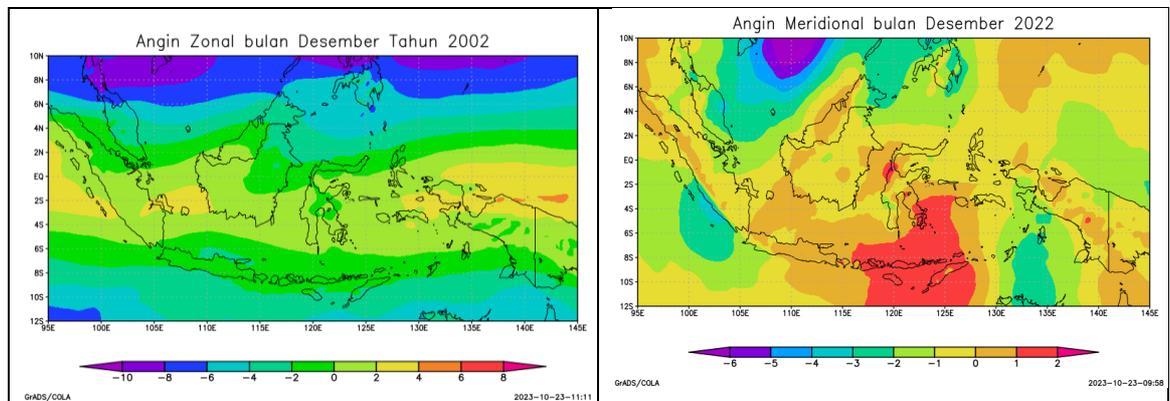
Gambar 3 Hubungan Rata-rata Komponen Angin Zonal dan Meridional terhadap Rata-rata Curah Dasarian di Tana Toraja

3.2 Periode *El Niño*

Fenomena *El Niño* tahun 2002 menunjukkan kategori lemah hingga sedang berdasarkan indeks ONI, dilakukan analisis pola komponen angin terhadap curah hujan, pada saat peristiwa *El Niño* 2002 berada dalam intensitas lemah hingga sedang berdasarkan indeks ONI 0,4 – (-1,1). Berdasarkan Gambar 4, pada tahun 2002 indeks tertinggi terjadi pada bulan Desember bernilai -1,1. Komponen angin Zonal pada bulan Desember 2002 yang ditunjukkan pada Gambar 4 (a) rata-rata angin Zonal baratan bertiup namun dalam kecepatan lemah 2 – 4 m/s, angin Zonal timuran (bertiup ke barat) di utara dan pada selatan wilayah Indonesia pada di atas lintang 2° LU dan dibawah 6° LS yang berkecepatan 2 m/s – 4 m/s.

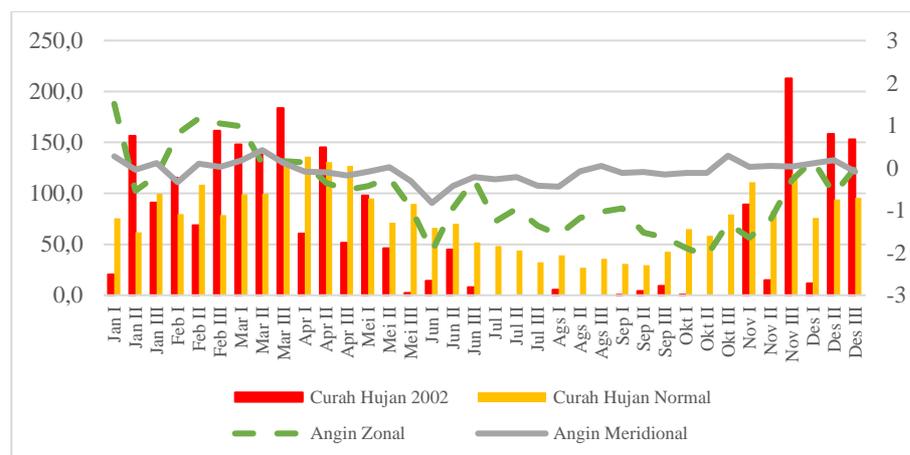
Wilayah Tana Toraja menunjukkan rata-rata dipengaruhi oleh angin baratan pada saat indeks ONI tinggi di tahun 2002. Disisi lain komponen angin Meridional pada Gambar 4 (b) terlihat bertiup dari selatan ke utara, kondisi ini merata terjadi di wilayah Indonesia dengan kecepatan angin 1 m/s – 3 m/s. Begitupun Wilayah Tana Toraja dipengaruhi oleh angin yang bertiup ke utara dengan rata-rata

kecepatan 1 m/s. Saat *El Niño* mencapai indeks tertinggi angin Zonal timuran mendominasi wilayah Indonesia, namun beberapa wilayah masih dipengaruhi angin baratan karena indeks tertinggi *El Niño* terjadi saat monsun Asia terjadi di bulan Desember, sedangkan angin Meridional dominan ke utara saat kategori *El Niño sedang*.



Gambar 4 Sebaran Spasial Komponen Angin Saat Fenomena *El Niño* Angin Zonal Bulan Desember 2002, (b) Angin Meridional Bulan Desember 2002

Pada Gambar 5 terlihat bahwa periode 25 tahun ada beberapa kejadian *El Niño* yang terjadi dan mempengaruhi wilayah Indonesia, namun berdasarkan ONI tahun 2002 kejadian *El Niño* terjadi hampir penuh dalam satu tahun, sehingga analisis temporal dilakukan pada tahun 2002. Kejadian pertama tahun 2002, berdasarkan ONI menunjukkan kategori lemah hingga sedang.



Gambar 5 Hubungan Rata-rata Komponen Angin Zonal dan Meridional terhadap Rata-rata Curah Hujan Saat Periode *El Niño* Lemah – *Moderate* 2002

Fenomena *El Niño* mengakibatkan penurunan curah hujan di tahun 2002 dibandingkan kondisi klimatologinya, penurunan akumulasi curah hujan rata-rata terjadi saat monsun Australia terjadi hingga transisi ke monsun Asia. Namun awal musim kemarau pada 2002 terjadi didasarian II Mei memiliki kecepatan angin Zonal ke barat 0,24 m/s dan angin Meridional yang bertiup ke utara 0,02 m/s. Saat awal musim kemarau angin timuran telah bertiup namun awal musim kemarau lebih lambat 3 dasaharian saat angin Zonal timuran mulai bertiup, serta rata – rata kekuatannya cenderung melemah. Komponen angin Meridional menunjukkan nilai yang linear terhadap komponen angin Zonal.

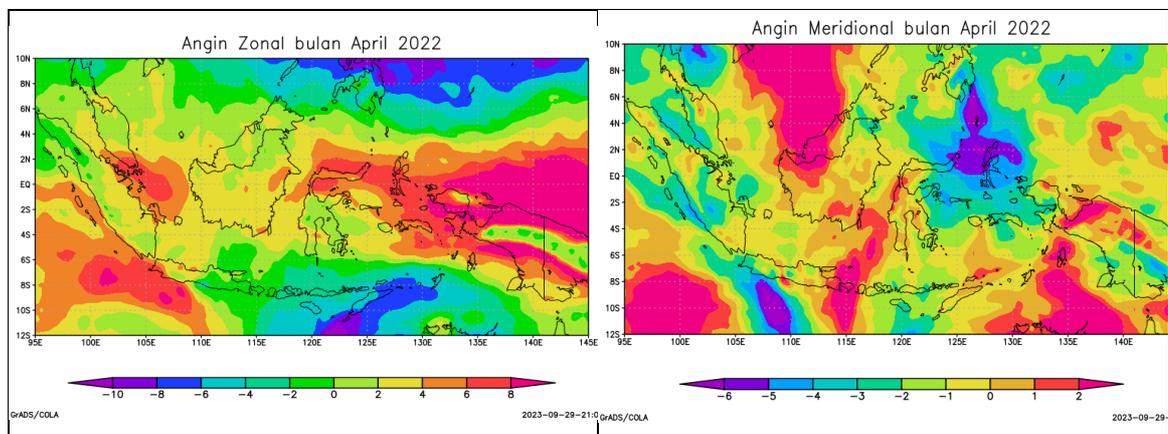
Sedangkan pada saat musim penghujan kurang menunjukkan penurunan akumulasi curah hujan yang signifikan jika dibandingkan dengan kondisi klimatologi. Anomali ini diakibatkan karena selama musim hujan pada Januari hingga Mei 2002 *El Niño* lemah (Yulihastin et al., 2016) sehingga Tana Toraja sangat dipengaruhi angin monsun dan kurang dipengaruhi oleh *El Niño*. Awal musim hujan dasarian I November memiliki kecepatan angin Zonal 1,64 m/s ke barat dan angin Meridional ke utara berkecepatan 0,03 m/s.

Komponen angin Zonal tahun 2002 menunjukkan bahwa rata-rata kecepatan angin Zonal baratan lebih kuat dari klimatologinya terutama pada saat periode transisi monsun Asia hingga monsun Asia.

Peningkatan kecepatan angin Zonal baratan pada periode transisi monsun Asia menunjukkan bahwa awal musim penghujan akan terjadi. Disisi lain angin Meridional menunjukkan arah utara saat awal musim hujan 2002 berbeda saat periode klimatologi angin Meridional bertiup ke arah selatan. Angin Meridional yang bertiup di Tana Toraja anomali, penelitian (Athoillah et al., 2017) angin Meridional pada El Niño kuat bertiup dari selatan ke utara pada Agustus hingga Oktober.

3.3 Periode *La Niña*

Periode *La Niña* tahun 2022 terjadi dalam kategori lemah hingga sedang, dalam tahun berkenaan nilai ONI tertinggi terjadi pada bulan Desember dengan nilai 3,5 sesuai dengan yang ditunjukkan pada Gambar 6. Secara spasial angin Zonal saat periode *La Niña* rata-rata bergerak ke timur untuk sebagian besar wilayah Indonesia dengan kecepatan 2 m/s – 9 m/s, jika dibandingkan saat periode klimatologi hanya sebagian kecil wilayah Indonesia dipengaruhi oleh angin Zonal yang bergerak ke barat dengan kecepatan yang lemah 2 m/s – 4 m/s. Wilayah Tana Toraja dipengaruhi oleh angin baratan dengan kecepatan 2 m/s. Disisi lain angin Meridional saat periode *La Niña* angin di dominasi bergerak ke selatan dengan kecepatan 1 m/s – 5 m/s sedangkan angin yang bergerak ke utara memiliki kecepatan yang meningkat 1 m/s – 3 m/s jika dibandingkan saat periode klimatologi.



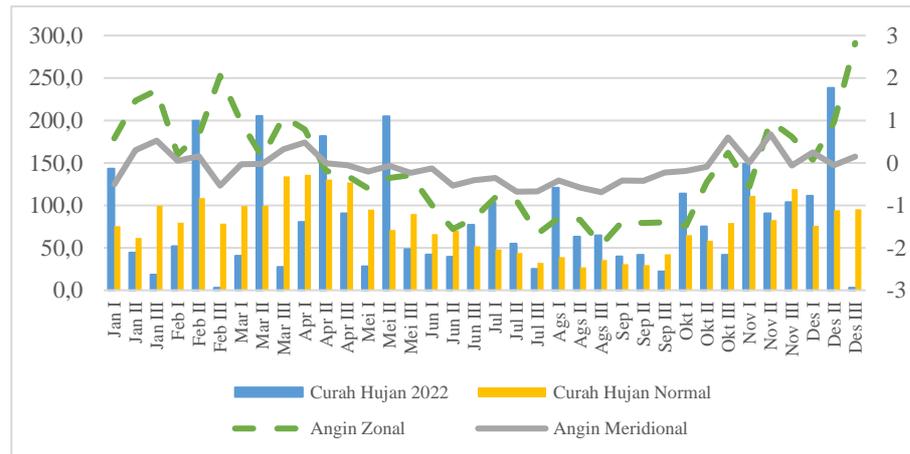
Gambar 6 Sebaran Spasial Komponen Angin Saat Fenomena *La Niña* Angin Zonal Bulan April 2022, (b) Angin Meridional Bulan April 2022

Pada Gambar 7 terlihat fenomena *La Niña* 2022 cukup mempengaruhi curah hujan di Wilayah Tana Toraja, terdapat 19 jumlah dasarian yang memiliki jumlah curah hujan diatas kondisi klimatologi. Penambahan curah hujan lumrah terjadi selama pada bulan Juni – November pada bagian Sulawesi Selatan bagian utara, sementara Januari – Maret curah hujan cenderung mengalami pengurangan saat periode tersebut (Wicaksono, 2022).

Secara umum pada tahun 2022 wilayah Indonesia mengalami musim penghujan, terdapat indikasi musim kemarau namun dalam periode singkat yaitu pada dasarian II Januari – I Februari, dasarian III Mei – dasarian II Juni dan pada dasarian III Agustus – dasarian III September. Awal musim penghujan tahun 2022 terjadi pada dasarian I Oktober dengan kecepatan 1,48 m/s (timuran) dan 0,19 (ke selatan).

Angin Zonal timuran pada fenomena *La Niña* memiliki kecepatan yang cenderung melemah dibandingkan saat kondisi klimatologi, kecepatan minimumnya terjadi pada dasarian II April berkecepatan 0,19 m/s. Kondisi angin Zonal baratan pada awal dasarian III Oktober - dasarian I April kecepatan tertinggi pada dasarian III Desember adalah 2.83 m/s. Penguatan angin Zonal baratan saat fenomena *La Niña* menunjukkan Tana Toraja sangat dipengaruhi fenomena tersebut. Peningkatan kekuatan angin Zonal baratan pada beberapa dasarian menunjukkan akumulasi curah hujan yang tinggi. Kondisi ini di perkuat oleh penelitian sebelumnya menyatakan saat *La Niña* terjadi angin Zonal didominasi angin baratan (Lisnawati et al., 2019).

Angin Meridional sepanjang tahun 2022 rata-rata bertiup kearah selatan, namun rata-rata kecepatannya cenderung melemah dibanding periode klimatologi, dengan kecepatan maksimum 0,69 m/s pada dasarian III Agustus serta kecepatan minimum pada dasarian II April berkecepatan 0,007 m/s. Disisi lain angin Meridional arah utara cenderung mengalami peningkatan kecepatan, dan rata – rata terjadi selama periode monsun Asia.



Gambar 7 Hubungan Rata-rata Komponen Angin Zonal dan Meridional terhadap Rata-rata Curah Hujan Saat Periode *La Niña* Lemah – Moderate 2022.

IV. KESIMPULAN

Penentuan awal musim menggunakan komponen angin Zonal dan Meridional cukup baik merepresentasikan akumulasi curah hujan, penurunan kecepatan angin Zonal timuran pada masa transisi monsun Asia menunjukkan bahwa awal musim hujan akan terjadi di wilayah Tana Toraja. Wilayah Tana Toraja lebih didominasi angin Zonal dibandingkan angin meridional, ditandai saat monsun Asia terjadi angin Zonal mengalami perubahan arah hembusan dari barat ke timur (baratan), sedangkan awal musim kemarau ditandai dengan peningkatan kecepatan angin timuran yang terjadi selama masa monsun Australia.

Fenomena *El Niño* dan *La Niña* cukup mempengaruhi kekuatan angin di wilayah Tana Toraja, saat *El Niño* angin Zonal timuran cenderung melemah. Fenomena *La Niña* mengakibatkan angin Zonal baratan menguat di wilayah Tana Toraja. Hal tersebut menyebabkan pergeseran awal musim yang terjadi pada tahun 2002 dan 2022. Sehingga dalam penentuan awal musim perlu mempertimbangkan fenomena *El Niño* dan *La Niña*.

DAFTAR PUSTAKA

- Athoillah, I., Sibarani, R. M., & Doloksaribu, D. E. (2017). Analisis spasial El Nino kuat tahun 2015 dan La Nina lemah tahun 2016 (Pengaruhnya terhadap kelembapan, angin dan curah hujan di Indonesia). *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 18(1), 33–41.
- Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika. (2019). *Perka BMKG Nomor 7 Tahun 2019 Tentang Penyebaran Prakiraan Musim*. [http://jdih.bmkg.go.id/vifiles/penyediaan dan penyebaran prakiraan musim.pdf](http://jdih.bmkg.go.id/vifiles/penyediaan%20dan%20penyebaran%20prakiraan%20musim.pdf)
- Badan Pusat Statistik. (2022). *Kabupaten Tana Toraja Dalam Angka 2022*. BPS Kab. Tanah Toraja.
- Lisnawati, L., Dharmansyah, F., & B.A. Sihombing, T. (2019). Analisis Kondisi Angin Zonal Dan Angin Meridional Lapisan 850 Mb Saat Kejadian Enso Serta Dampaknya Di Wilayah Jawa. *Jurnal Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika*, 5(1), 9–17.
- Pandiangan, A. E. C. (2018). Analisis Komponen Angin Zonal, Meridional dan Suhu Muka Laut sebagai Prediktor Curah Hujan Bulanan Wilayah Makassar. Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Negeri.
- Simanjuntak, P. P., Rosyia, D., Kendita, N., Qalbi, D., & Safril, A. (2021). Kajian Komponen Angin Zonal dan Meridional sebagai Prekursor Penentu Awal Musim di Palembang Serta Pengaruh ENSO dan IOD Terhadap Variasinya. *JRST (Jurnal Riset Sains Dan Teknologi)*, 5(1), 23. <https://doi.org/10.30595/jrst.v5i1.6635>
- Simanjuntak, P. P., & Safril, A. (2020). Analisa Angin Zonal dan Meridional Dalam Menentukan Awal Musim Hujan di Kota Jambi. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 8(1).
- Virgianto, R. H. (2014). Prediksi Awal Musim Hujan Dengan Prediktor Anomali Angin Zonal dan Anomali Suhu Muka Laut (Studi Kasus Kabupaten Banjar di Kalimantan Selatan). *Prosiding Semirata IPB, May 2014*, 374–383.

- Visa, J., Marpaung, S., & Adikusumah, N. (2012). Karakteristik Angin Zonal dan Meridional pada Saat Musim Basah dan Kering di Wilayah Indonesia. *Penelitian Masalah Lingkungan Di Indonesia*, 27–35.
- Wicaksono, A. (2022). Pengaruh Fenomena La Nina Terhadap Anomali Curah Hujan Bulanan Di Sulawesi Selatan the Effect of the La Nina Phenomenon on Monthly Rainfall Anomalies in South Sulawesi. *Buletin Meteorologi, Klimatologi Dan Geofisika*, 2(3), 35–49.
- Wirjohamidjojo, S., & Swarinoto, Y. S. (2007). *Praktek Meteorologi Pertanian*. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Yulihastin, E., Adikusums, N., & Hermawan, E. (2016). Identifikasi Fase Aktif MJO di Benua Maritim Indonesia Dalam Model CCAM. *Research Gate, January*.