



Pemanfaatan Data Pengamatan *Pilot Ballon* untuk Analisis Kondisi Atmosfer sebelum Terjadinya Hujan Lebat di Wilayah Samarinda (Studi Kasus 2015 – 2022)

Utilization of Pilot Ballon Observation Data for Analysis of Atmospheric Conditions before Heavy Rain in Samarinda Region (Case Study 2015 – 2022)

Bai'at Alhadid

Stasiun Meteorologi APT Pranoto, Samarinda, 75119

**Email: baiatalhadid01@gmail.com*

Naskah Masuk: 26 November 2023 | Naskah Diterima: 3 Juni 2024 | Naskah Terbit: 30 Juni 2024

Abstrak. Hujan lebat merupakan salah satu jenis cuaca ekstrim yang umumnya disebabkan oleh awan Cumulonimbus. Kejadian hujan lebat cukup sering terjadi di wilayah Indonesia, khususnya di wilayah Samarinda selama tahun 2015 – 2022. Penelitian mengenai hujan lebat sudah cukup banyak dilakukan. Pendekatan lain yang dapat digunakan untuk penelitian mengenai hujan lebat adalah dengan menggunakan data pengamatan udara atas. Dari data tersebut dapat diketahui gerak udara dan labilitas atmosfer di suatu wilayah. Salah satu instrumen yang digunakan untuk pengamatan udara atas adalah Pilot Balloon (Pibal). Pemanfaatan data pengamatan Pibal belum cukup banyak dilakukan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dilakukan pemanfaatan data pengamatan Pibal untuk analisis kondisi atmosfer sebelum terjadinya hujan lebat di wilayah Samarinda tahun 2015 – 2022. Data pengamatan Pibal diolah menggunakan aplikasi RAOB 5.7, sehingga dapat diketahui gerak udara dan labilitas atmosfer (kecepatan angin 850 mb, Bulk Richardson Number (BRN) Shear, dan Storm Relative Helicity (SRH)). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sebelum terjadinya hujan lebat gerak udara dari lapisan permukaan hingga ketinggian 3 km umumnya bergerak searah jarum jam (clockwise), yang mengindikasikan adanya aktivitas konvektif yang mendukung pembentukan awan dan terjadinya hujan. Namun, nilai labilitas atmosfer yang teramati sebelumnya terjadinya hujan lebat umumnya relatif rendah. Hanya satu kejadian yaitu pada kejadian – 10 (K10) yang menunjukkan labilitas atmosfer cukup tinggi sehingga dapat meningkatkan aktivitas konvektif dan pembentukan awan Cumulonimbus. Pada K10 teramati adanya peningkatan kecepatan angin lapisan 850 mb yang mencapai 32 knot, serta nilai BRN Shear dan SRH yang cukup tinggi yaitu mencapai $26 \text{ m}^2/\text{s}^2$ dan $226 \text{ m}^2/\text{s}^2$.

Kata Kunci: Hujan Lebat, Data Pengamatan Pibal, Kondisi Atmosfer

Abstract. Heavy rain is a type of extreme weather that is generally caused by Cumulonimbus clouds. Heavy rains occur quite frequently in Indonesia, especially in Samarinda during 2015 – 2022. There has been quite a lot of research on heavy rain. Another approach that can be used for research on heavy rain is upper air observation data. From that data, air movement and atmospheric lability can be determined. One of the instruments used for upper air observations is the Pilot Balloon (Pibal). In addition, not enough utilization of Pibal observation data has been carried out. Therefore, this research will utilize Pibal observation data to analyze atmospheric conditions before heavy rains in Samarinda during 2015 – 2022. Pibal observation data is processed using RAOB 5.7, so that air movement and atmospheric lability can be determined (850 mb wind speed, Bulk Richardson Number (BRN) Shear, and Storm Relative

Helicity (SRH)). The results of this study indicate that before heavy rain occurs, air movement from the surface layer to 3 km generally moves clockwise, which indicates convective activity that can support cloud formation and rain. However, the atmospheric lability values observed before the occurrence of heavy rains are generally quite low. Only one incident (K10) showed that the atmospheric lability was high that can increase that convective activity and the formation of Cumulonimbus clouds. On K10 there is an increase windspeed on the 850 mb which reached 32 knots, high BRN Shear and SRH values, reaching $26 \text{ m}^2/\text{s}^2$ dan $226 \text{ m}^2/\text{s}^2$.

Keywords: Heavy Rain, Pibal Observation Data, Atmospheric Conditions

Pendahuluan

Hujan lebat merupakan salah satu jenis cuaca ekstrim, kejadian hujan dapat dikategorikan sebagai hujan lebat apabila intensitas curah hujan mencapai 20 mm/ jam atau akumulasi curah hujan mencapai 50 mm/ hari ^[1]. Umumnya, kejadian hujan lebat di wilayah Indonesia dapat terjadi karena kondisi atmosfer yang didominasi oleh pertumbuhan awan konvektif yang aktif (cumulus dan Cumulonimbus) yang dapat menghasilkan hujan lebat (shower), hujan es, guruh, dan kilat ^[2]. Kejadian hujan lebat cukup sering terjadi di wilayah Indonesia, khususnya di wilayah Samarinda selama tahun 2015 – 2022.

Penelitian mengenai hujan lebat di wilayah Indonesia sudah cukup banyak dilakukan. Secara umum, instrumen yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah radar cuaca, satelit cuaca, dan data pengamatan cuaca permukaan. Berbagai instrumen tersebut mempunyai keterbatasan, yaitu tidak dapat menggambarkan profil vertikal udara atau gerak udara dan labilitas atmosfer. Pendekatan lain yang dapat digunakan untuk penelitian mengenai hujan lebat adalah dengan menggunakan data pengamatan udara atas. Pengamatan udara atas tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan Radiosonde (Rason) ataupun Pilot Ballon (Pibal) ^[5]. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa data pengamatan udara atas tersebut dapat menggambarkan kondisi atmosfer seperti profil vertikal udara atau gerak udara dan labilitas atmosfer dengan baik ^{[3], [4]}.

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) sebagai lembaga pemerintah yang bertanggung jawab dalam bidang meteorologi memiliki berbagai tugas, salah satunya melakukan pengamatan udara atas. Instrumen yang digunakan oleh BMKG dalam melakukan pengamatan udara atas umumnya terdiri dari Radiosonde (Rason) dan Pilot Balloon (Pibal) ^[5]. Namun, dalam pelaksanaannya pengamatan udara atas umumnya dilakukan dengan menggunakan Pibal. Hal itu dilakukan karena pengamatan Pibal lebih sederhana dan biayanya lebih murah karena hanya menggunakan balon dalam proses pengamatannya dibanding dengan Rason yang menggunakan sensor otomatis yang cenderung mahal dalam proses pengamatannya.

Stasiun Meteorologi Aji Pangeran Tumenggung (APT) Pranoto – Samarinda sebagai salah satu Unit Pelayanan Teknis (UPT) BMKG yang secara rutin melakukan pengamatan udara atas menggunakan Pibal. Pengamatan udara atas yang dilakukan menggunakan Pibal merupakan metode pengamatan untuk menentukan arah dan kecepatan angin lapisan atas dengan memanfaatkan nilai azimuth dan elevasi dari theodolite (peralatan dalam pengamatan Pibal yang digunakan untuk mengamati pergerakan balon dan sehingga dapat diketahui nilai azimuth dan elevasinya), pengamatan ini dilakukan pada jam 00 UTC dan 12 UTC ^[5]. Namun, pemanfaatan data pengamatan Pibal masih terbatas atau belum cukup banyak dilakukan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memanfaatkan data pengamatan Pibal adalah dengan melakukan pengolahan data pengamatan Pibal menggunakan aplikasi RAOB 5.7. Hasil olahan RAOB 5.7 dapat digunakan untuk mengetahui kondisi atmosfer seperti profil vertikal udara atau gerak udara dan labilitas atmosfer berdasarkan data arah dan kecepatan angin di tiap ketinggian hasil pengamatan Pibal tersebut.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, penelitian mengenai pemanfaatan data pengamatan Pibal masih terbatas atau belum cukup banyak dilakukan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dilakukan pemanfaatan dan pengolahan data pengamatan Pibal dengan menggunakan aplikasi RAOB 5.7 untuk analisis kondisi atmosfer saat terjadinya hujan lebat di wilayah Samarinda tahun 2015 – 2022. Penelitian mengenai hujan lebat menggunakan data pengamatan Pibal yang dilakukan ini hanya berfokus pada kejadian hujan lebat dengan intensitas lebih dari 20 mm/ jam dan hanya memanfaatkan data pengamatan Pibal jam 00 UTC hasil pengamatan Stasiun Meteorologi APT Pranoto – Samarinda. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kondisi atmosfer yang meliputi profil vertikal udara atau gerak udara dan labilitas atmosfer saat terjadinya hujan lebat berdasarkan data hasil pengamatan Pibal.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah Samarinda, Kalimantan Timur yang terletak pada koordinat 0.4842°LS dan 117.15645°BT. Waktu penelitian dilakukan pada tahun 2015 – 2022, yaitu pada saat terjadinya hujan lebat dengan intensitas lebih dari 20 mm/ jam.

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data curah hujan dan data hasil pengamatan Pilot Balloon (Pibal) dari Stasiun Meteorologi APT Pranoto – Samarinda. Data – data tersebut digunakan sebagai dasar untuk penentuan kriteria hujan lebat yang akan dianalisis. Secara lebih jelas, kriteria hujan lebat yang akan dianalisis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Hujan Lebat yang Dianalisis

Kriteria Hujan Lebat yang Dianalisis
Intensitas Hujan ≥ 20 mm/jam
Waktu Kejadian ≤ 06 UTC/ 14 WITA
Pengamatan Pibal jam 00 UTC ≥ 5000 feet Saat Kejadian

Data curah hujan yang digunakan merupakan data curah hujan penakar hujan Hellman Stasiun Meteorologi APT Pranoto – Samarinda tahun 2015 – 2022. Data penakar hujan Hellman digunakan untuk mengetahui intensitas hujan yang terjadi. Intensitas hujan lebih dari 20 mm/ jam dikategorikan sebagai hujan lebat ^[1]. Kejadian hujan lebat yang dianalisis adalah kejadian hujan lebat yang terjadi sebelum jam 06 UTC atau 14 WITA selama tahun 2015 – 2022.

Data lainnya yang digunakan dalam penelitian ini adalah data arah dan kecepatan angin hasil pengamatan Pibal Stasiun Meteorologi APT Pranoto – Samarinda tahun 2015 – 2022. Data ini digunakan sebagai data dasar untuk pengolahan dan analisis yang dilakukan. Data yang digunakan adalah data pengamatan Pibal jam 00 UTC dengan ketinggian minimal 5000 feet. Hal ini dilakukan karena umumnya pengamatan Pibal jam 00 UTC dapat mencapai ketinggian yang lebih tinggi (lapisan signifikan) dibanding pengamatan pada jam lainnya.

Tabel 2. Kejadian Hujan Lebat yang Dianalisis

Kejadian Hujan Lebat	Tanggal Kejadian	Waktu Kejadian (UTC)	Intensitas hujan (mm/jam)	Ketinggian Pengamatan Pibal (feet)
K1	13 Januari 2015	5	24.6	8000
K2	27 Juli 2015	5	20.0	9000
K3	28 Agustus 2015	2	45.5	6000
K4	17 Maret 2016	5	29.5	15000
K5	27 Juli 2016	6	22.4	6000
K6	6 September 2016	5	20.0	18000
K7	1 Juni 2017	4	38.4	11000
K8	28 Juli 2017	5	53.5	9000
K9	23 Agustus 2017	6	35.0	9000

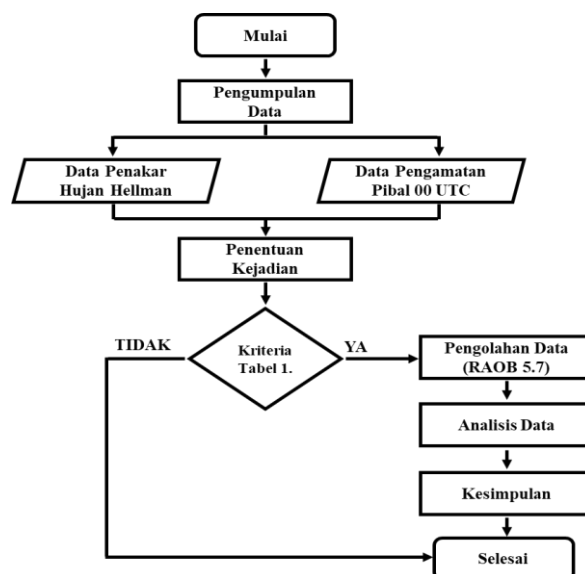


K10	30 Desember 2017	5	20.7	6000
K11	9 Februari 2019	5	26.0	8000
K12	9 November 2019	2	47.0	5000
K13	10 Desember 2019	3	31.4	7000
K14	3 September 2020	1	30.0	6000
K15	27 Februari 2021	6	22.6	13000
K16	16 Maret 2021	5	25.5	11000
K17	18 November 2021	5	37.5	16000
K18	21 November 2021	6	20.0	17000
K19	25 April 2022	1	28.5	6000

Berdasarkan kriteria hujan lebat yang akan dianalisis (Tabel 1) dan ketersediaan data pengamatan Pibal pada tanggal kejadian, terdapat 19 kejadian hujan lebat (K1 – K19) selama tahun 2015 – 2022 yang memenuhi kriteria dan dapat dianalisis lebih lanjut. Secara lebih jelas, kejadian hujan lebat yang akan dianalisis dapat dilihat pada Tabel 2.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aplikasi RAOB 5.7. Aplikasi ini digunakan untuk mengolah data arah dan kecepatan angin hasil pengamatan Pibal saat terjadinya hujan lebat tahun 2015 – 2022. Berdasarkan hasil olahan aplikasi RAOB 5.7 dapat diketahui profil vertikal udara atau gerak udara dan labilitas atmosfer (kecepatan angin 850 mb, BRN Shear, dan Stom Relative Helicity (SRH)). Hasil olahan tersebut dapat digunakan untuk mengetahui adanya potensi aktivitas konvektif, pembentukan awan Cumulonimbus dan cuaca buruk [3], [6], [7], [8].

Penelitian ini terdiri dari 3 tahapan penelitian, yaitu tahap pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis data. Secara lebih jelas, tahapan penelitian dalam penelitian ini dapat dilihat dalam diagram alir penelitian pada Gambar 1. Tahap pengumpulan data dilakukan dengan cara mengumpulkan data curah hujan penakar hujan Hellman dan data hasil pengamatan Pibal selama tahun 2015 – 2022 di Stasiun Meteorologi APT Pranoto – Samarinda. Setelah itu, tahap pengolahan data dilakukan dengan cara menentukan kejadian hujan lebat yang akan dianalisis sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan pada Tabel 1. Tahap pengolahan data selanjutnya adalah melakukan pemrosesan data arah dan kecepatan angin hasil pengamatan Pibal dengan menggunakan aplikasi RAOB 5.7.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Analisis data dilakukan pada hasil keluaran aplikasi RAOB 5.7. Terdapat beberapa parameter yang akan dianalisis, yaitu profil vertikal udara atau gerak udara dan labilitas atmosfer. Analisis profil vertikal udara atau gerak udara sebelum terjadinya hujan lebat dilakukan dengan memanfaatkan atau menggunakan bantuan hodograph. Analisis hodograph dapat digunakan untuk mengetahui gerak udara, profil vertikal udara, dan perubahan angin secara vertikal. Profil vertikal udara atau angin memainkan peran penting dalam proses konvektif ^[9]. Analisis lainnya yang dilakukan adalah analisis labilitas atmosfer, analisis labilitas atmosfer ini dilakukan dengan menganalisis kecepatan angin di lapisan 850 mb, BRN Shear, dan Storm Relative Helicity (SRH) pada jam 00 UTC atau sebelum terjadinya hujan lebat. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui adanya potensi aktivitas konvektif dan pembentukan awan Cumulonimbus ^{[7], [8], [10]}.

Hasil dan Pembahasan

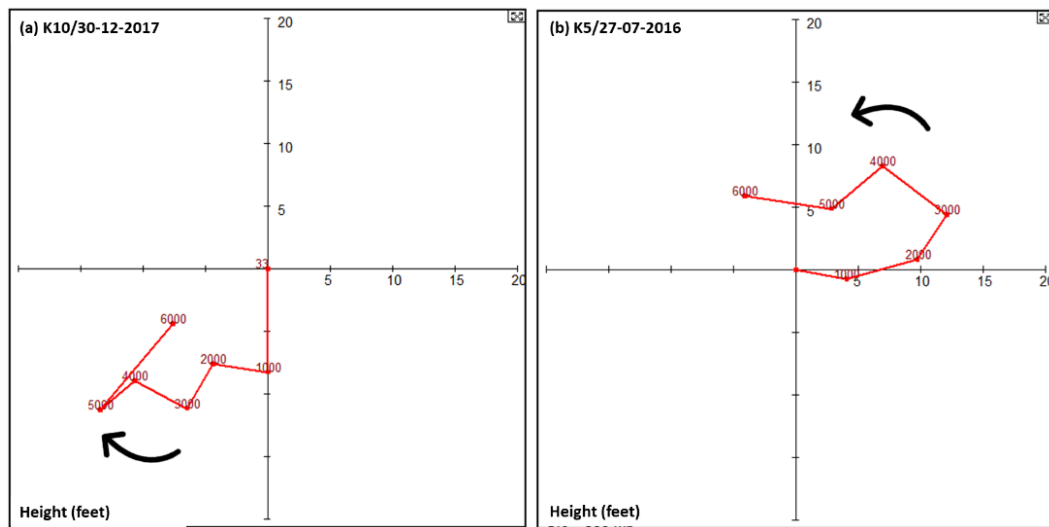
Analisis Gerak Udara menggunakan *Hodograph*

Analisis hodograph digunakan untuk mengetahui gerak udara pada tiap – tiap ketinggian sebelum terjadinya hujan lebat. Tabel 3 berikut menunjukkan gerak udara pada tiap – tiap ketinggian hasil pengamatan Pibal jam 00 UTC sebelum terjadinya hujan lebat di wilayah Samarinda tahun 2015 – 2022

Tabel 3. Gerak Udara Sebelum Terjadinya Hujan Lebat Tahun 2015 – 2022

Kejadian Hujan Lebat	Arah Angin per Lapisan		
	0 – 1 km (0 – 3000 feet)	1 – 2 km (3000 – 6000 feet)	2 – 3 km (6000 – 9000 feet)
K1	<i>Clockwise</i>	<i>Clockwise</i>	<i>Clockwise</i>
K2	<i>Clockwise</i>	<i>Clockwise</i>	<i>Clockwise</i>
K3	<i>Counter – clockwise</i>	<i>Counter – clockwise</i>	–
K4	<i>Clockwise</i>	<i>Clockwise</i>	<i>Clockwise</i>
K5	<i>Counter – clockwise</i>	<i>Counter – clockwise</i>	–
K6	<i>Clockwise</i>	<i>Clockwise</i>	<i>Clockwise</i>
K7	<i>Counter – clockwise</i>	<i>Counter – clockwise</i>	<i>Clockwise</i>
K8	<i>Counter – clockwise</i>	<i>Counter – clockwise</i>	<i>Clockwise</i>
K9	<i>Clockwise</i>	<i>Clockwise</i>	<i>Counter – clockwise</i>
K10	<i>Clockwise</i>	<i>Clockwise</i>	–
K11	<i>Clockwise</i>	<i>Clockwise</i>	<i>Clockwise</i>
K12	<i>Counter – clockwise</i>	<i>Counter – clockwise</i>	–
K13	<i>Counter – clockwise</i>	<i>Clockwise</i>	–
K14	<i>Clockwise</i>	<i>Clockwise</i>	–
K15	<i>Clockwise</i>	<i>Clockwise</i>	<i>Clockwise</i>
K16	<i>Clockwise</i>	<i>Clockwise</i>	<i>Clockwise</i>
K17	<i>Clockwise</i>	<i>Clockwise</i>	<i>Counter – clockwise</i>
K18	<i>Clockwise</i>	<i>Clockwise</i>	<i>Clockwise</i>
K19	<i>Clockwise</i>	<i>Clockwise</i>	–

Berdasarkan tabel tersebut, didapatkan bahwa sebelum terjadinya hujan lebat gerak udara dari lapisan permukaan hingga ketinggian 3 km umumnya bergerak searah jarum jam (*clockwise*) seperti yang ditunjukkan Gambar 2a . Gerak udara yang searah jarum jam (*clockwise*) di wilayah bumi bagian selatan menunjukkan indikasi terjadinya sirkulasi siklonik pada saat itu ^[11]. Adanya sirkulasi siklonik dapat menyebabkan terjadinya pertemuan massa udara sehingga meningkatkan aktivitas konvektif yang dapat mendukung pembentukan awan dan terjadinya hujan.

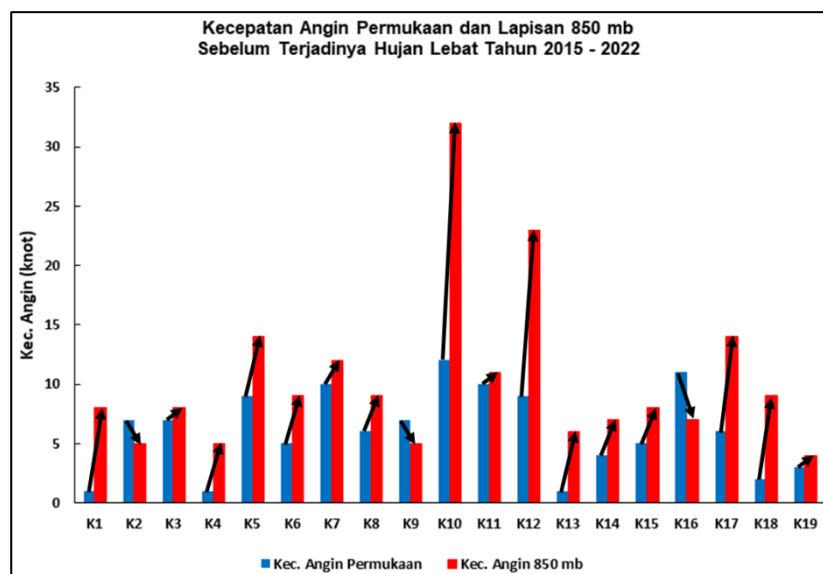


Gambar 2. Hodograph Sebelum Terjadinya Hujan Lebat

Namun, pada beberapa kejadian hujan lebat terdapat gerak udara yang berlawanan arah jarum jam (counter – clockwise) sebelum terjadinya hujan lebat seperti yang ditunjukkan Gambar 2b. Hal itu dapat disebabkan karena proses pembentukan awan penyebab terjadinya hujan lebat belum terjadi pada saat pengamatan Pibal. Selain itu, hal tersebut juga dapat disebabkan karena wilayah penelitian yang berada di dekat ekuator. Hal tersebut menyebabkan lemahnya pengaruh gaya Coriolis yang terjadi, sehingga menyebabkan sirkulasi skala kecil terkadang dapat bergerak searah jarum jam (clockwise) ataupun berlawanan arah jarum jam (counter – clockwise) ^[11].

Analisis Kecepatan Angin Permukaan dan Lapisan 850 mb

Kecepatan angin pada lapisan 850 mb merupakan salah satu hasil olahan data arah dan kecepatan angin RAOB 5.7. Analisis kecepatan angin lapisan 850 mb dilakukan karena angin pada lapisan ini umumnya berada di atas friction layer, sehingga angin pada lapisan ini umumnya tidak banyak terpengaruh oleh gaya gesek yang terjadi di permukaan. Selain itu, lapisan 850 mb juga umumnya menjadi tempat dimana awan dan presipitasi terbentuk ^[12]. Gambar 3 dibawah ini menunjukkan kecepatan angin permukaan dan lapisan 850 mb hasil olahan RAOB 5.7 sebelum terjadinya hujan lebat di wilayah Samarinda tahun 2015 – 2022.



Gambar 3. Kecepatan Angin Permukaan dan Lapisan 850 mb Sebelum Terjadinya Hujan Lebat

Berdasarkan gambar tersebut didapatkan bahwa sebelum terjadinya hujan lebat kecepatan angin permukaan umumnya lebih rendah dibanding kecepatan angin di lapisan 850 mb. Peningkatan kecepatan angin yang cukup signifikan di lapisan 850 mb terjadi pada K10 dan K12. Adanya peningkatan kecepatan angin di lapisan 850 mb menjadi salah satu faktor yang dapat meningkatkan potensi aktivitas konvektif ^[10].

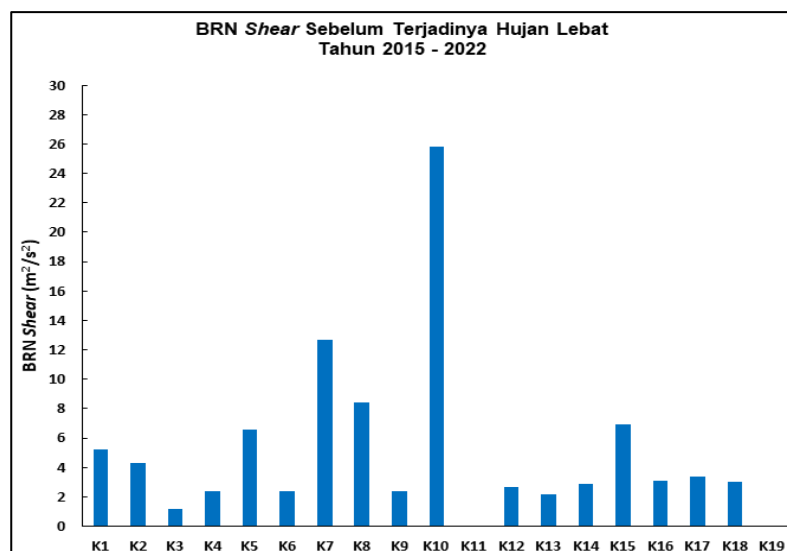
Selain itu, kecepatan angin di lapisan 850 mb menunjukkan bahwa sebelum terjadinya hujan lebat umumnya kecepatan angin di lapisan 850 mb cenderung rendah yaitu berada dibawah 10 knot. Kecepatan angin terendah di lapisan 850 mb terjadi pada K19 yaitu hanya mencapai 4 knot. Sementara itu, kecepatan angin tertinggi di lapisan 850 mb terjadi pada K10, dengan kecepatan angin mencapai 32 knot. Adanya kecepatan angin yang mencapai lebih dari 25 knot yang teramati di lapisan 850 mb menunjukkan adanya potensi pembentukan awan Cumulonimbus ^[6]. Hal ini menunjukkan bahwa potensi pembentukan awan Cumulonimbus yang cukup tinggi yang dapat menyebabkan terjadinya hujan lebat hanya terdapat pada K10.

Analisis BRN Shear

BRN Shear merupakan salah satu hasil olahan RAOB 5.7 dan merupakan indeks yang dapat digunakan untuk mengetahui adanya potensi pembentukan awan Cumulonimbus dan cuaca buruk. Secara umum, semakin tinggi nilai BRN Shear menunjukkan semakin tingginya potensi pembentukan awan Cumulonimbus ^[7].

Gambar 4 dibawah ini menunjukkan nilai BRN Shear hasil olahan RAOB 5.7 sebelum terjadinya hujan lebat di wilayah Samarinda tahun 2015 – 2022. Berdasarkan gambar tersebut didapatkan bahwa secara umum nilai BRN Shear sebelum terjadinya hujan lebat berada dibawah $6 \text{ m}^2/\text{s}^2$. Hanya terdapat 4 kejadian yang menunjukkan nilai BRN Shear yang cukup tinggi yaitu K7, K8, K10, dan K15. Nilai BRN Shear yang teramati pada kejadian tersebut secara berurutan yaitu $13 \text{ m}^2/\text{s}^2$, $9 \text{ m}^2/\text{s}^2$, $26 \text{ m}^2/\text{s}^2$, dan $7 \text{ m}^2/\text{s}^2$. Nilai BRN Shear yang dapat mencapai $7 \text{ m}^2/\text{s}^2$ menunjukkan adanya potensi pembentukan dan pertumbuhan awan Cumulonimbus ^[7].

Hal tersebut menunjukkan bahwa pada K7, K8, K10, dan K15 terdapat potensi pembentukan dan pertumbuhan awan Cumulonimbus yang cukup tinggi yang dapat menyebabkan terjadinya hujan lebat pada saat itu. Potensi pembentukan awan Cumulonimbus yang paling tinggi terjadi pada K10, dengan nilai BRN Shear tertinggi mencapai $26 \text{ m}^2/\text{s}^2$.

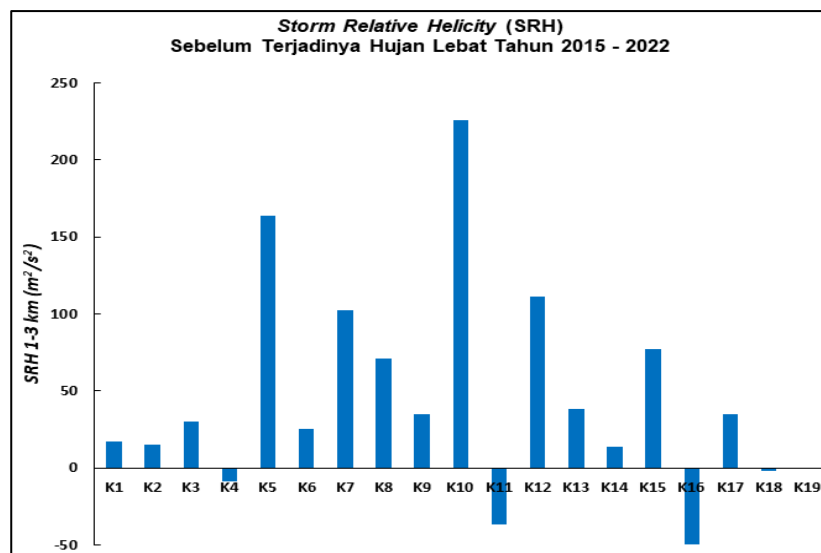


Gambar 4. Nilai BRN Shear Sebelum Terjadinya Hujan Lebat

Analisis *Strom Relative Helicity* (SRH)

Storm Relative Helicity (SRH) merupakan salah satu hasil olahan data arah dan kecepatan angin pada RAOB 5.7. Nilai SRH digunakan untuk menunjukkan ukuran perubahan arah atau kecepatan angin tiap ketinggiannya. Perhitungan nilai SRH umumnya menggunakan nilai arah dan kecepatan angin di lapisan permukaan hingga ketinggian 3 km [8]. Gambar 5 dibawah ini menunjukkan nilai SRH hasil olahan aplikasi RAOB sebelum terjadinya hujan lebat di wilayah Samarinda tahun 2015 – 2022.

Berdasarkan gambar tersebut didapatkan bahwa secara umum SRH bernilai positif sebelum terjadinya hujan lebat. Secara umum, nilai SRH sebelum terjadinya hujan lebat berada dibawah $100 \text{ m}^2/\text{s}^2$. Nilai SRH tertinggi terdapat pada K5 dan K10 yaitu mencapai $164 \text{ m}^2/\text{s}^2$ dan $226 \text{ m}^2/\text{s}^2$. Hal tersebut menunjukkan besarnya perubahan arah atau kecepatan angin (geser angin) pada saat itu. Adanya perubahan arah atau kecepatan angin tersebut berhubungan dengan peningkatan aktivitas konvektif dan terjadinya hujan [13]. Selain itu, nilai SRH yang mencapai $150 \text{ m}^2/\text{s}^2$ atau lebih (K5 dan K10) tersebut menunjukkan adanya potensi terjadinya thunderstorm atau cuaca buruk [8].



Gambar 5. Nilai *Storm Relative Helicity* (SRH) Sebelum Terjadinya Hujan Lebat

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa hasil pengamatan Pibal menunjukkan kondisi atmosfer yang berbeda – beda antara profil vertikal udara atau gerak udara dan nilai labilitas atmosfer. Secara umum, profil vertikal udara atau gerak udara menunjukkan bahwa sebelum terjadinya hujan lebat gerak udara umumnya bergerak searah jarum jam (clockwise) yang mengindikasikan adanya potensi peningkatan aktivitas konvektif yang dapat mendukung pembentukan awan dan terjadinya hujan. Sementara itu, nilai labilitas atmosfer (kecepatan angin lapisan 850 mb, BRN Shear, dan SRH) sebelum terjadinya hujan lebat umumnya relatif rendah. Kecepatan angin 850 mb berada dibawah 15 knot, nilai BRN Shear berada dibawah $6 \text{ m}^2/\text{s}^2$ dan nilai SRH berada dibawah $100 \text{ m}^2/\text{s}^2$. Hanya pada K10 terdapat nilai labilitas atmosfer yang cukup tinggi yang dapat mendukung peningkatan aktivitas konvektif, pembentukan awan dan terjadinya hujan. Pada K10 teramati adanya peningkatan angin pada lapisan 850 mb yang mencapai 32 knot, serta nilai BRN Shear dan SRH yang cukup tinggi yaitu mencapai $26 \text{ m}^2/\text{s}^2$ dan $226 \text{ m}^2/\text{s}^2$.

Daftar Pustaka

- [1] BMKG. (2010). Peraturan Kepala BMKG Tahun 2010 tentang Prosedur Standar Operasional Pelaksanaan Peringatan Dini, Pelaporan, dan Desiminasi Informasi Cuaca Ekstrem: BMKG. Jakarta.
- [2] Tjasyono, Bayong, (2012). Mikrofisika Awan dan Hujan: BMKG. Jakarta.
- [3] Ni'amillah, A., Ismail, P., Siadari, E. L., & Saragih, I. J. A. (2021). Study of Mesoscale Convective Complex (MCC) and its impact over the Makassar Strait (case study: 9 December 2014). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 893 (1), 012021.
- [4] Fibriantika, E., & Alhaqq, R. I. (2018). Profil Vertikal Atmosfer Selama Aktivitas Siklon Tropis Cempaka dan Dahlia. *Meteorologi dan Geofisika*, 19(2), 49 – 58.
- [5] BMKG. (2006). Peraturan Kepala BMKG Tahun 2006 tentang Tata Cara Tetap Pelaksanaan Pengamatan, Penyandian dan Pelaporan Hasil Pengamatan Udara Atas: BMKG. Jakarta.
- [6] Mihajlovic, J., Buric, D., Ducic, V., & Milenkovic, M. (2021). Synoptic Characteristics of an Extreme Weather Event: The Tornadoic Waterspout in Tivat (Montenegro), on June 9, 2018. *Geographia Polonica*, 94(1), 69 – 90
- [7] Stull, R. (2015). Practical Meteorology: an Algebra – based Survey of Atmospheric Science: Dept. of Earth, Ocean & Atmospheric Sciences, University of British Columbia. Kanada.
- [8] Grieser, J. (2012). Convection parameters: Selbstverl. German
- [9] Wallace, J. M., & Hobbs, P. V. (2006). Atmospheric Science: an Introductory Survey; Elsevier. Inggris.
- [10] Riddel, C. D. (2010). Short Range Forecasting of Cloud, Precipitation and Restrictions to Visibility: Department of Environment and Geography, University Manitoba. Kanada.
- [11] Ahrens, C. D. (2009). Meteorology Today: an Introduction to Weather, Climate and the Environment: Brooks/Cole, Cengage Learning. USA.
- [12] Department of Atmospheric Sciences (DAS) at University of Illinois Urbana – Champaign (UIUC). (2010). 850 mb Discussion, diunduh Januari 2023 dari <http://ww2010.atmos.uiuc.edu>.
- [13] Wang, D., Li, X., Tao, W. K., & Wang, Y. (2009). Effects of Vertical Wind Shear on Convective Development during a Landfall of Severe Tropical Storm Bilis (2006). *Atmospheric Research*, 94(2), 270 – 275.

