

Analisis Labilitas Atmosfer Pada Peristiwa Hujan Lebat Di Wilayah Bali Selatan (Studi Kasus: Kejadian Banjir 5 dan 6 Desember 2021)

Analysis of Atmospheric Lability in Heavy Rain Events in the South Bali Region (Case Study: Flood Events 5 and 6 December 2021)

Anin Nuril Firdausi^{1*}, I Made Yuliara¹, Kadek Sumaja², Komang Ngurah Suarbawa¹, Putu Suardana¹, I Ketut Putra¹

¹Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali, Indonesia 80361

²BMKG Stasiun Meteorologi Kelas 1 I Gusti Ngurah Rai, Gedung GOI Lt.2 Bandara Ngurah Rai, Denpasar, Bali, Indonesia 80361

Email: *anin.firdausi23@gmail.com; imdyuliara@unud.ac.id; kadek.sumaja@gmail.com; suarbawa@unud.ac.id; suardanaputu@unud.ac.id; ketutputra@unud.ac.id

Abstrak – Telah dilakukan analisis terjadinya labilitas atmosfer pada saat kejadian hujan lebat di wilayah Bali Selatan yaitu pada saat terjadi banjir pada tanggal 5 dan 6 Desember 2021. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui keadaan atmosfer berdasarkan parameter cuaca dan labilitas atmosfernya di tiga wilayah Bali Selatan yaitu Kota Denpasar, Kabupaten Tabanan dan Kabupaten Badung. Penelitian ini menggunakan data sekunder meliputi data pengamatan sinoptik intensitas curah hujan tanggal 5-6 Desember 2021, data Reanalisis ECMWF, data citra Satelit Himawari, serta data observasi udara atas (Radiosonde). Data-data tersebut dianalisis berdasarkan faktor cuaca lokal dan labilitas atmosfernya. Diperoleh bahwa pada tanggal 5 Desember 2021, suhu udara di atmosfer relatif tinggi pada pukul 14.00 WITA dengan kelembaban relatif berkisar 82%-88% dan relatif rendah pada tanggal 6 Desember pada jam yang sama dengan kelembaban relatif menurun hingga 78%. Kecepatan angin mengalami peningkatan hingga 12,8 Knot dari tanggal 5 sampai 6 Desember dan labilitas atmosfer mengalami perubahan sebesar 94,3%. Meskipun demikian masih ada hujan dengan intensitas sedang yang disertai Thunderstorm.

Kata kunci: Banjir; curah hujan; labilitas atmosfer; kelembaban udara; suhu udara.

Abstract – An analysis of the occurrence of atmospheric lability was carried out when heavy rains occurred in the South Bali region, namely when a flood occurred on December 5 and 6 2021. The purpose of this research was to determine the atmospheric conditions based on weather parameters and atmospheric lability in three areas of South Bali, namely the City Denpasar, Tabanan Regency and Badung Regency. The research data is secondary data including synoptic observation data of rainfall intensity on 5-6 December 2021, ECMWF Reanalysis data, Himawari Satellite imagery data, and upper air observation data (Radiosonde). These data were analyzed based on local weather factors and atmospheric lability. It was found that on December 5, 2021, the air temperature in the atmosphere was relatively high at 14 o'clock. 00 WITA with relative humidity ranging from 82%-88% and relatively low on December 6 at the same hour with relative humidity decreasing to 78%. The wind speed has increased to 12.8 Knots from 5 to 6 December and atmospheric lability has changed by 94.3%. Even so, there is still rain with moderate intensity accompanied by thunderstorms.

Key words: Flood; rainfall; atmospheric lability; air humidity; air temperature.

1. Pendahuluan

Wilayah Indonesia khususnya Bali merupakan wilayah yang rawan terhadap bencana hidrometeorologi akibat dari cuaca ekstrem. Salah satu faktor meteorologi yang dapat menyebabkan banjir adalah turunnya hujan dalam waktu lama dengan intensitas curah hujan yang tinggi. Sejak awal tahun 2021, tercatat sudah

ada 427 kasus bencana alam yang melanda provinsi Bali menurut Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD). Banjir yang terjadi di Bali pada 5 dan 6 Desember 2021 disebut melanda hampir seluruh wilayah Bali Selatan [1-3]. CNN Indonesia dan Kompas.com melaporkan pada tanggal 6 Desember 2021, hujan lebat pada 5 hingga 6 Desember menyebabkan bencana banjir dan tanah longsor di beberapa wilayah Bali. Menurut Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), curah hujan terus meningkat dari November 2021 hingga Februari 2022. Musim hujan mencapai puncaknya pada bulan Desember, Januari, dan Februari. BMKG menegaskan, cuaca ekstrem kerap dikaitkan dengan hujan lebat yang dibawa awan konvektif. Atmosfer di sekitarnya dipengaruhi oleh panas laten dari awan konvektif di troposfer [4]. Berdasarkan parameter penting cuaca seperti kondisi angin, kelembaban, dan suhu, hujan lebat merupakan suatu bentuk dari cuaca ekstrem yang terjadi. Dimana, parameter ini yang membentuk dinamika pada cuaca dan mempengaruhi kondisi pada atmosfer dari waktu ke waktu [5]. Pengetahuan tentang kondisi atmosfer sesaat sebelum kejadian hujan lebat di suatu wilayah sangat penting dimiliki oleh prakirawan cuaca. Pengetahuan ini membantu prakirawan cuaca dalam memberikan peringatan dini kepada masyarakat bila akan terjadi cuaca ekstrem, sehingga mengurangi kerugian baik fisik materiil yang dapat ditimbulkan pada fenomena alam, seperti kejadian hujan lebat.

Berdasarkan paparan di atas, penulis tertarik melakukan penelitian dengan menganalisis kondisi atmosfer pada peristiwa hujan lebat pada tanggal 5 dan 6 Desember 2021 yang melanda hampir seluruh wilayah Bali Selatan, dengan menggunakan data observasi udara atas (Radiosonde) dan data *Himawari-8*. Fenomena hujan lebat yang terjadi di Bali selatan yang meliputi wilayah Badung, Denpasar, dan Tabanan, dari sudut klimatologi menjadi salah satu fenomena yang menarik untuk dianalisis. Di sisi lain, validitas data yang digunakan untuk memperkuat analisis yaitu dengan menggunakan data cuaca yang berada pada radius kurang dari 250 km dari Stasiun Meteorologi Kelas 1 I Gusti Ngurah Rai [6].

2. Landasan Teori

2.1 Curah hujan

Pengertian hujan lebat menurut BMKG adalah hujan dengan intensitas minimal 50 milimeter (mm) per 24 jam, atau setara dengan 20 milimeter (mm) per jam [7]. Keberadaan Samudra Hindia di sebelah barat dan Samudra pasifik di sebelah timur Indonesia berdampak pada curah hujan regional. Indonesia akan mengalami hujan sebagai akibat dari proses penguapan yang terjadi di permukaan dua samudra tersebut pada siang hari. Di Indonesia, hujan tahunan rata-rata berkisar antara 2000 hingga 3000 milimeter (mm). Baturaden, Jawa Tengah, menerima curah hujan terbanyak di Indonesia, yaitu 7.069 milimeter (mm) per tahun. Sedangkan Palu, Sulawesi Tengah, memiliki iklim terkering di Indonesia, menerima curah hujan sekitar 547 milimeter setiap tahun [8].

2.2 Indeks labilitas atmosfer

Suatu tahap yang dirancang untuk mengevaluasi sifat dari labilitas atmosfer adalah Indeks labilitas. Indeks labilitas menggambarkan kondisi aktual pada nilai probabilitas konveksi, seperti kemungkinan terjadi badai disertai petir di suatu wilayah, sehingga dapat membantu prakirawan untuk memprediksi fenomena cuaca tertentu. Jika parcel udara menerima impuls gaya awal dan kemudian kembali ke posisi awalnya, terus bergerak, atau mencapai posisi akhirnya, maka akan dikatakan stabil, tidak stabil, atau netral terhadap lingkungan disekitarnya [9-10].

2.3 Satelit *Himawari-8*

Satelit *Himawari* adalah satelit cuaca di dunia yang berada pada orbit geostationer di 140° Bujur Timur dari Asia Timur hingga Australia, meliputi Samudra Hindia, dan sebagian kutub. Perkembangan satelit *Himawari* dimulai pada Juli 1977 dengan nama *GMS-1* atau disebut juga *Himawari-1*, yang kemudian dilanjutkan dengan operasi penggantian satelit dengan nama *Himawari-2* pada Agustus 1981, operasi terus dilakukan hingga pada satelit *Himawari* terbaru sekarang yang berada pada orbit tersebut yaitu *Himawari-8*. Sensor pada Satelit *Himawari-8* disebut *Advanced Himawari Imager (AHI)*. Sensor tersebut lebih baik dari sensor sebelumnya pada resolusi temporal, spektral dan spasialnya. Dimana, resolusi temporalnya untuk pengamatan pada tingkat global membutuhkan waktu 10 menit dan untuk pengamatan khusus membutuhkan waktu hanya 2,5 menit saja. Dengan banyaknya kanal atau saluran pada satelit *Himawari-8*, pengguna dapat menggunakan data tersebut untuk mendapatkan hasil produk *Red Green Blue (RGB)* dengan menggabungkan beberapa saluran [11-13].

3. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Stasiun Meteorologi Kelas 1 I Gusti Ngurah Rai mengenai Analisis Labilitas Atmosfer Pada Peristiwa Hujan Lebat Di Wilayah Bali Selatan. Wilayah penelitian mencakup 3 Wilayah yaitu Kota Denpasar, Kabupaten Badung, dan Kabupaten Tabanan. Penelitian ini menggunakan data yang meliputi data observasi sinoptik (4-7 Desember 2021), data distribusi curah hujan di Wilayah Bali yang diperoleh dari *Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP)*, data *Himawari-8* IR dan Visible di dapat dari Pusat Pengolahan Citra Satelit BMKG I Gusti Ngurah Rai Denpasar, data reanalisis angin dan kelembaban dari laman ECMWF Era5, serta data observasi udara atas (Radiosonde) dari Stasiun Meteorologi Kelas 1 I Gusti Ngurah Rai Denpasar.

Pengolahan data diatas, dimulai dengan membuat peta penelitian, kemudian dilakukan pengolahan data Sinoptik dan data GSMaP dengan menggunakan *Microsoft Excel* untuk menampilkan grafik parameter cuaca terhadap waktu, serta menggunakan aplikasi *The Grid Analysis and Display System (GrADS)* untuk menampilkan gambar distribusi curah hujannya. Selanjutnya pengolahan dilakukan dengan mengolah data mentah yang meliputi unsur angin u dan v serta kelembaban relatif dalam format nc, dan diolah menggunakan aplikasi GrADS pada ketinggian 10 meter dan divisualisasikan dalam bentuk vektor untuk mendapatkan peta *streamline* arah angin dan kelembabannya, dari peta tersebut dapat diketahui daerah pertumbuhan awannya. Langkah pengolahan selanjutnya adalah mengolah data Radiosonde yang didapat dari BMKG untuk mengetahui keadaan udara atas berdasarkan nilai indeks labilitas atmosfer dengan menentukan tingkat kelabilan saat terjadi badai dan hujan lebat. Indeks ini juga mempengaruhi proses terjadinya hujan pada fase tumbuh awan, fase matang, dan fase luruh. Indeks yang digunakan meliputi indeks *K (KI)*, indeks *Lifting (LI)*, indeks *Total (TT)*, indeks *Severe Weather Threat (SWEAT)*, serta indeks *Convective Available Potential Energy (CAPE)*. Selain itu, aplikasi SATAID tipe GMSLPD digunakan sebagai aplikasi pengolah data *Himawari-8* dengan resolusi temporal 10 menit mengetahui time series pertumbuhan awan, tahapan pertumbuhan awan, serta nilai labilitas. Dalam pengolahan data menggunakan SATAID, diperlukan skema untuk mendeteksi awan hujan yang berisi kanal-kanal yang akan dipakai pada pengolahan nantinya. Skema tersebut dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Skema RGB.

No	Skema Warna	Red			Green			Blue		
		Kanal	Min	Max	Kanal	Min	Max	Kanal	Min	Max
1	<i>Day Natural Color</i>	NIR 1,6	0%	10%	NIR 0,8	0%	100%	VIS	0%	10%
2	<i>Day Microphysics</i>	NIR 0,8	0%	102%	IR 3,9	2%	38%	IR 10,4	203,5K	303,2K
3	<i>Night Microphysics</i>	IR 3,9	-3 K	7,5 K	IR 10,4	-7 K	2,9 K	IR 12,4	243,7K	293,2K
4	<i>Day Convective Storm</i>	WV 6,2-7,3	-25 K	0 K	IR 3,9-10,4	-1 K	61 K	NIR1,6-0,64	80 %	26%
5	<i>Day Cloud Phase RGB</i>	NIR 1,6	0%	50%	NIR 2,3	0%	50%	VIS 0,47	0%	100%

4. Hasil Dan Pembahasan

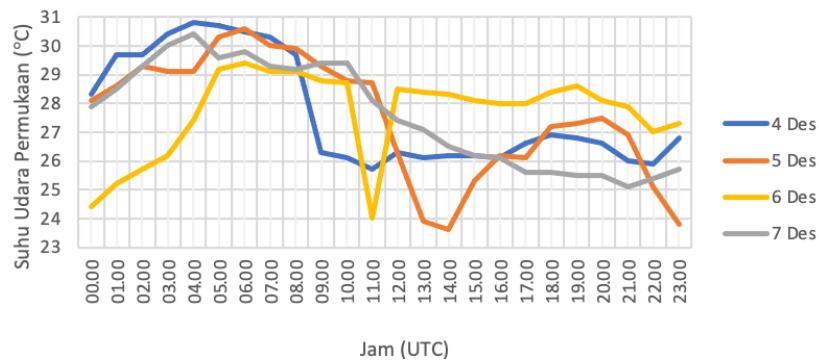
Analisis adanya hujan yang terjadi di Wilayah Bali Selatan dilakukan sebelum mengolah data, dengan melihat nilai intensitas curah hujan yang terjadi pada Bulan Desember 2021 berdasarkan data nilai intensitas curah hujan dasarian di Wilayah Bali Selatan yang diperoleh dari Stasiun meteorologi Kelas 1 I Gusti Ngurah Rai Denpasar. Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa nilai intensitas curah hujan tertinggi di Wilayah Bali Selatan terjadi pada tanggal 5 Desember 2021. Pada tanggal tersebut diketahui bahwa terjadi hujan lebat yang kemudian hujan terus berlanjut dengan intensitas sedang hingga tanggal 6 Desember 2022. Hal ini sebagai acuan bahwa terdapat peristiwa hujan yang mengakibatkan beberapa Wilayah Bali Selatan mengalami kejadian banjir dan tanah longsor pada tanggal 5 dan 6 Desember 2021. Adapun data curah hujan Dasarian I (pertama) pada bulan Desember 2021 yang diukur berdasarkan data sinoptik oleh BMKG disajikan pada Tabel 2.

Pada penelitian ini, data suhu udara didapatkan dari data Sinoptik wilayah Bali Selatan oleh Stasiun Meteorologi Kelas 1 I Gusti Ngurah Rai Denpasar, dan didapatkan hasil plotting grafik suhu udara permukaan (4-7 Desember 2021). Gambar 1 menunjukkan bahwa pada tanggal 4, 5, dan 7 Desember 2021 suhunya relatif tinggi sekitar pukul 06.00 UTC (14.00 WITA) sedangkan pada jam yang sama

tanggal 6 Desember 2021 suhu relatif lebih rendah, kemudian pada malam hari suhunya relatif lebih tinggi dari yang lainnya. Hal ini menandakan bahwa, sebelum hujan turun suhunya naik dan saat turun hujan suhu menjadi lebih dingin.

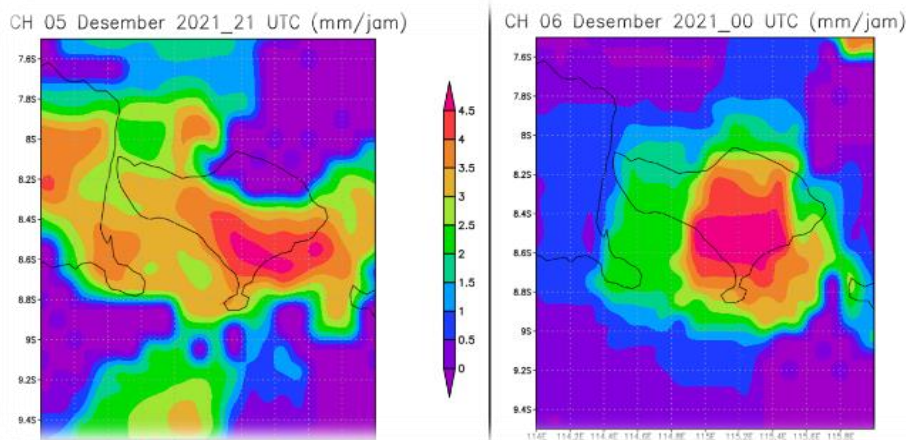
Tabel 2. Nilai curah hujan Dasarian I (Pertama) Bulan Desember 2021 di Wilayah Bali Selatan.

Tanggal	Curah hujan (mm)
1	31,7
2	0
3	0
4	1,6
5	177,4
6	4,4
7	0
8	0
9	0
10	0
Jumlah	215,1



Gambar 1. Grafik suhu udara tanggal 4-7 Desember 2021 di Wilayah Bali Selatan.

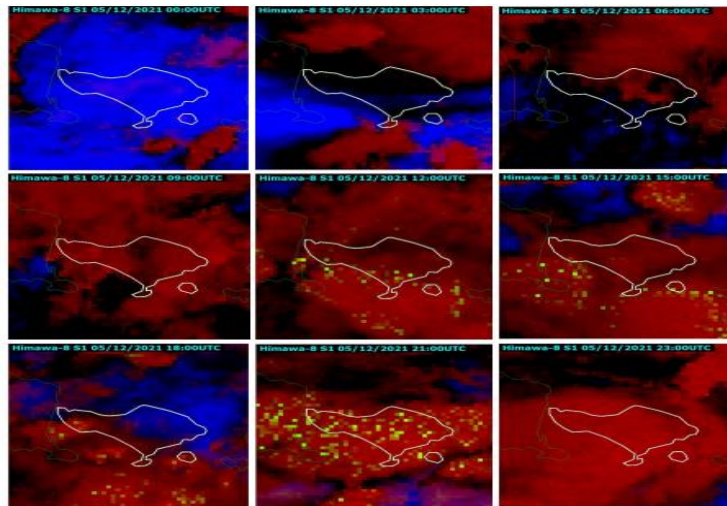
Peristiwa hujan lebat juga didukung dari hasil pengolahan citra satelit GSMaP yang telah diolah menggunakan aplikasi grads dan menghasilkan suatu gambaran mengenai proses presipitasi di Wilayah Bali Selatan. Gambar 2 merupakan hasil pengolahan mengenai presipitasi tertinggi pada tanggal 5 dan 6 Desember 2021 tersebut.



Gambar 2. Hasil pengolahan data GSMaP tanggal 5 Desember 2021 pukul 12.00 UTC (kiri), dan 6 Desember 2021 pukul 00.00 UTC (kanan).

Analisis citra satelit *Himawari-8* sebagai verifikasi yang menunjukkan adanya proses mikrofisis yang terjadi menggunakan produk 24 jam *Microphysics* yang ada pada menu SATAID. Dengan menggunakan metode ini, dapat diketahui jenis dan kondisi awannya. Dimana, warna merah yang semakin terang menunjukkan semakin besar proses yang terjadi dan semakin dingin suhu awannya. Pola dengan bintang

kuning dan merah terang menunjukkan bahwa suhu pada tempat tersebut sangat rendah dibandingkan dengan tempat disekitarnya. Warna merah muda menunjukkan adanya awan colomunimbus, sedangkan warna biru tua menunjukkan adanya awan cirrus. Pukul 12.00 UTC sampai pukul 21.00 UTC pada Gambar 3 memakai produk dari *Night-Microphysics*, sedangkan pukul 23.00 UTC sampai pukul 09.00 UTC memakai produk *day-Microphysics*. Berdasarkan Gambar 3, terlihat Wilayah Bali Selatan terdapat pola berwarna merah dimulai pukul 09.00 UTC dan terus semakin merah terang dengan disertai bintik berwarna kuning hingga pada pukul 23.00 UTC. Hal ini menandakan terjadi proses mikrofisis pada Wilayah Bali Selatan [14].



Gambar 3. Citra Satelit produk *Microphysics* per 3 Jam pada tanggal 5 Desember 2021.

Analisis labilitas atmosfer berdasarkan data udara atas (*Radiosonde*) harian pukul 00.00 UTC (08.00 WITA) dan pukul 12.00 UTC (20.00 WITA) tanggal 4, 5, 6, dan 7 Desember 2021. Hasil pengolahannya berupa gambar diagram Skew-T log P pada aplikasi RAOB, dari gambar-gambar tersebut didapat nilai indeks labilitasnya yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai indeks labilitas berdasarkan diagram Skew T Log tanggal 4, 5, 6, dan 7 Desember 2021.

No	Tanggal	Jam (UTC)	LI	KI	TT	SWEAT	CAPE
1	4 Desember 2021	12.00	-5	34,9	42,6	216,4	2204
2	5 Desember 2021	00.00	-2	34,3	41,2	199,6	793
		12.00	0	35,8	41,7	198,6	57
3	6 Desember 2021	00.00	0	35,7	42,8	196,0	122
		12.00	0	35,9	41,4	208,4	75
4	7 Desember 2021	00.00	-5	35,4	45,2	199,2	2173

Suhu udara permukaan merupakan suatu keadaan panas atau dinginnya udara dalam ukuran derajat untuk menentukan kemampuan energi yang masuk atau keluar. Suhu udara permukaan dapat mempengaruhi kondisi atmosfer berdasarkan parameter cuacanya. Keadaan panas yang terjadi di atmosfer tergantung dari tingkat intensitas radiasi matahari yang selalu mengalami perubahan disetiap waktunya tergantung energi yang diterimanya [15-16]. Hasil analisis sinoptik diketahui bahwa pada tanggal 4, 5, dan 7 Desember 2021 suhunya relatif tinggi pada pukul 06.00 UTC (14.00 WITA) sedangkan pada jam yang sama tanggal 6 Desember 2021 suhu relatif lebih rendah, dan pada pukul 09.00 UTC (17.00 WITA) yang seharusnya menurun secara umumnya, akan tetapi pada tanggal tersebut justru terjadi keanikan suhu. Hasil analisis tersebut diketahui bahwa sebelum hujan turun suhunya naik dan saat turun hujan suhu menjadi lebih dingin. Hal ini disebabkan adanya pertumbuhan awan cumulonimbus di tempat tersebut. Keadaan ini didukung oleh analisis pada pengolahan data GSMaP.

Langkah pertama dalam menganalisis data *Himawari-8* adalah dengan mencari time series suhu puncak awan untuk mengetahui pertumbuhan awannya. Dari hasil pengolahan data satelit *Himawari-8*, diketahui bahwa hujan lebat dimulai pada tanggal 5 Desember 2021 pukul 21.30 UTC sampai dengan

22.30 UTC kemudian hujan berlanjut dengan intensitas sedang hingga tanggal 6 Desember 2021 pada pukul 04.00 UTC. disimpulkan bahwa pada tanggal 5 Desember 2021 saat awan mulai tumbuh dan matang cuaca dalam kondisi sedikit buruk dengan adanya hujan ringan, tetapi atmosfer dalam kondisi labil dengan diikuti dengan Thunderstorm yang terus meningkat hingga pada tanggal 6 Desember 2021. Pada fase luruh tanggal 6 Desember 2021 keadaan atmosfer mulai stabil dengan masih diikuti hujan ringan. Hal ini dibuktikan dengan gambar citra satelit *Himawari* pada lampiran, dimana semakin terang warna merahnya, puncak awannya akan semakin dingin dan kandungan uap airnya juga sangat banyak. Pada gambar tersebut tanggal 5-6 Desember 2021 di wilayah Bali selatan terlihat adanya awan-awan konvektif. Awan ini disebut awan colomunimbus yang menghasilkan hujan sedang hingga lebat dengan disertai *downdraft* yang kuat. Kemudian pada pukul 23.10 UTC di wilayah Bali Selatan hanya ada beberapa gugusan awan konvektif kecil sebagai pertanda bahwa awan akan berada pada fase luruh.

Dari pembahasan nilai indeks labilitas pada Tabel 3 diketahui bahwa pada saat sebelum dan sesudah kejadian malah nilai indeksnya lebih besar daripada saat kejadian, tetapi dari nilai nilai tersebut diketahui bahwa masih ada hujan yang terjadi tetapi dengan intensitas sedang disertai dengan Thunderstorm.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa kondisi atmosfer berdasarkan parameter suhu udara pada hari sebelum hujan mengalami kenaikan dan saat hujan suhunya menurun. Sedangkan untuk kecepatan anginnya pada saat hujan relatif lebih tinggi pada pukul 14.00 WITA dengan kelembaban relatif berkisar 82%-88% dan setelah terjadi hujan pada tanggal 6 Desember pada jam yang sama dengan kelembaban relatif menurun hingga 78%. Kecepatan angin mengalami peningkatan hingga 12,8 Knot dari tanggal 5 dan 6 Desember dan labilitas atmosfer pada hari sebelum, saat dan setelah kejadian hujan lebat terlihat mengalami perubahan sebesar 94,3%. Meskipun demikian masih ada hujan namun dengan intensitas sedang disertai dengan *Thunderstorm*.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh dosen Program Studi Fisika, Fakultas MIPA bidang minat Fisika Kebumihan, yang telah membantu memberikan saran pada penelitian ini, serta kepada Stasiun Meteorologi Kelas 1 I Gusti Ngurah Rai Denpasar yang telah memberikan fasilitas demi dapat terselesaikannya penelitian ini.

Pustaka

- [1] R. Hadiansyah, A. L. Indranata, A. K. Silitonga, dkk., Kajian Kondisi Atmosfer Saat Kejadian Hujan Ekstrem di Padang Sumatera Barat (Studi Kasus Tanggal 14 Februari 2018). *Prosiding [SNFA] Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya*, vol. 3, 2018, pp. 246-257.
- [2] E. Diniyati, D. Q. Syofyan, A. Mulya, Pemanfaatan Satelit Himawari-8 dengan Metode NWP dan RGB untuk Menganalisis Kondisi Atmosfer Saat Banjir di Sidoarjo Tanggal 28 Mei 2020, *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Geografi*, vol. 6, 2021, pp. 1-14.
- [3] Hajar Firdaus, Analisa Cluster Menggunakan K-Means dan Fuzzy C-Means dalam Pengelompokan Provinsi Menurut Data Intensitas Bencvana Alam di Indonesia Tahun 2017-2021, *Jurnal Ilmiah Matematika Universitas Negeri Surabaya*, vol. 10, no. 1, 2022, pp. 50-60.
- [4] L. M. Fu'adah, A. D. P. Ariyanto, H. H. Samsuri, *et al.*, Kajian Indeks Stabilitas Atmosferti Terhadap Kajadian Hujan Lebat di Wilayah Bogor, *Prosiding [SNFA] Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya*, 2018, pp. 163-172.
- [5] Wasfi Qordowi, Analisis Kondisi Atmosfer Terkait Kejadian Banjir Menggunakan Data Radiosonde dan Citra Satelit Himawari-8 (Studi Kasus: Sungailiat, Kabupaten Bangka Tanggal 12 Februari 2018), *Prosiding [SNFA] Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya*, 2018, pp. 277-286.
- [6] M. F. Handoyo, M. P. Hadi, S. Suprayogi, Estimasi Debit Aliran menggunakan Data Radar Cuaca (Studi Kasus: DAS Manna, Bengkulu), *Megasains*, vol. 12, no. 2, 2021, pp. 17-26.
- [7] K. D. Meilinda, A. I. Sabila, Analisis Faktor Penyebab banjir di Aceh Selatan (Studi Kasus: 17 Mei 2021), *Megasains*, vol. 13, no. 2, 2022, pp.6-11.
- [8] Y. D. Haryanto, R. Agdialta, A. Hartako, Analisis Monsun di Laut Jawa, *Jurnal Berkala Perikanan Terubuk Sinta* 5, vol. 48, 2020, pp. 492-501.

- [9] Oky Sukma Hakim, Prakiraan Kejadian Hujan Berdasarkan K-Index, Lifted Index, dan Showalter Index, *Jurnal Sains dan Teknologi Atmosfer*, vol. 1, no.1, 2021, pp. 1-7.
- [10] S. S. Prayuda, R. Irawadi, H. N. Rahmadini, dkk, Penerapan Metode Mean Fields Bias (MFD) Sebagai Faktor Pengkoreksi Estimasi Curah Hujan Radar Cuaca BMKG Juanda Sidoarjo, *Jurnal Sains dan Teknologi Atmosfer*, vol. 1, no. 1, 2021, pp. 9-14.
- [11] D. R. Purnama, N. Safira, Willian, dkk, Perbandingan Performa Model Weather Research and Forecasting Asimilasi Data Advanced Microwave Sounding Unit-A, Microwave Humidity Sounder, dan Himawari-8 dalam Memprediksi Curah Hujan di Wilayah Tangerang, *Jurnal Fisika Universitas Negeri Semarang*, vol. 11, no. 1, 2021, pp. 37-52.
- [12] D. T. W. Jatmiko, U. Efendi, A. Kristanto, dkk, Pemanfaatan Data Satelit Himawari-8 dan Radar Cuaca C-Band untuk Identifikasi Hujan Lebat. *Prosiding [Sinan Inderaja] Seminar Nasional Pengindraan Jauh*, 2018, pp. 872-881.
- [13] A. S. Asmita, A. R. Widayana, Pemanfaatan Data Citra Satelit Himawari-8 untuk Deteksi Kejadian Hujan Ekstrem (Studi Kasus: Banjir di Makassar, Sulawesi Selatan), *Jurnal Meteorologi, Klimatologi Geofisika dan Instrumentasi [MKGI]*, vol. 1, no. 1, 2021.
- [14] D. F. Sidik, B. P. Syahputra, H. Akbar, dkk, Pwmanfaatan citra satellite Himawari-8 dalam Kejadian Hujan Lebat di Kabupaten Cianjur (Studi Kasus Cianjur 11, April 2021), *Prosiding Seminar Nasional MIPA UNIBA*, vol. 2, no. 1, 2022, pp. 275-283.
- [15] S. Prasetyo, U. Hidayat, Y. D. Haryanto, dkk, Variasi dan Trend Suhu Udara Permukaan di Pulau Jawa, *Jurnal Geografi*, vol. 18, no. 1, 2021, pp. 60-68.
- [16] N. Sagita, A. Bianti, Pemanfaatan Data Satelit Himawari-8 Dalam Mengestimasi *Land Surface Temperature* (LST) dan Suhu Udara Permukaan (SUP) di Palembang, *Jurnal Meteorologi [JAM]*, vol. 1, no. 2, 2022, pp. 37-47.