

# UJI KORELASI PARAMETER INDEKS RASON TERHADAP PEMBENTUKAN PETIR DI KEPULAUAN TANIMBAR

Indra Prawiro Adiredjo

Stamet Mathilda Batlayeri - BMKG

## Informasi Artikel

### Sejarah Artikel:

Accepted November 27, 2024

### Kata Kunci :

korelasi, indeks rason,  
cumulonimbus, petir, tanimbar

### Keywords:

*correlation, rason index,  
cumulonimbus, thunderstorm,  
tanimbar*

## ABSTRAK

Beberapa praktisi meteorologi telah menggunakan teknik pembelajaran mesin untuk memprediksi kondisi cuaca yang buruk, terutama kejadian petir. Data udara atas, yang diperoleh melalui pengukuran radiosonde, sering digunakan untuk melatih model pembelajaran mesin karena kemampuannya untuk menangkap ketidakstabilan atmosfer. Meskipun penggunaannya umum, prediksi petir berbasis radiosonde biasanya memiliki jendela validitas selama 6-12 jam. Namun, pembentukan awan cumulonimbus di daerah tropis, sumber utama petir, biasanya berlangsung antara 30 menit hingga 1-2 jam per fase, memunculkan keraguan akan efektivitas data radiosonde untuk prediksi jangka panjang. Selain itu, variasi pola atmosfer lokal menyebabkan penggunaan parameter indeks radiosonde yang tidak seragam di berbagai wilayah. Memahami hubungan antara parameter-parameter ini dan kejadian petir sangat penting untuk analisis termodinamika atmosfer dan pengembangan model prediksi khusus wilayah. Studi ini menguji korelasi antara parameter indeks radiosonde di Kepulauan Tanimbar dan kejadian petir dari awan cumulonimbus, menggunakan indeks seperti KI, LI, SI, TT, CAPE, dan CIN. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keberlangsungan indeks tidak selalu berkorelasi secara konsisten dengan pembentukan petir, dengan periode validitas yang berbeda diamati untuk 3 dan 6 jam ke depan. Parameter indeks rason berupa SI, KI, dan TT hanya valid untuk prediksi 3 jam ke depan pada periode bulan Maret-April-Mei, sementara hanya KI yang mempertahankan validitas untuk kedua 3 dan 6 jam ke depan pada waktu-waktu tertentu.

*This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.*



## Penulis Koresponden

Indra Prawiro Adiredjo

Stamet Mathilda Batlayeri - BMKG

Email: lsatinbrada@gmail.com

## 1. PENDAHULUAN

Badai petir merupakan indikasi kondisi cuaca ekstrem pada saat kejadian hujan, dimana sumber utamanya berasal dari pembentukan awan cumulonimbus [1]. Awan cumulonimbus dapat mengancam keselamatan penerbangan dan memicu badai petir. Penting bagi masyarakat untuk diingatkan agar waspada dan menghindari risiko terkena sambaran petir.

Dalam konteks meteorologi, awan cumulonimbus (Cb) merupakan jenis awan yang sering dikaitkan dengan kondisi cuaca ekstrem, seperti kejadian hujan lebat, angin kencang, dan bahkan hingga badai petir secara tidak langsung, dampak awan cumulonimbus ini mengakibatkan badai petir

yang berdampak terhadap kehidupan manusia, berbagai penelitian dilakukan untuk memprediksi terjadinya petir dari keberadaan awan Cb dengan *machine learning*.

Dalam konteks yang lebih spesifik, Kepulauan Tanimbar terletak di antara dua perairan luas, yaitu laut Banda dan laut Arafura. Berdasarkan informasi sebelumnya, wilayah ini termasuk daerah yang rentan terhadap bencana hidrometeorologi karena pola cuaca di wilayah tersebut lebih banyak dipengaruhi oleh interaksi fenomena atmosfer-laut. Karena luasnya cakupan perairan di sekitarnya, pembentukan cuaca di Kepulauan Tanimbar lebih dipengaruhi oleh fenomena atmosfer skala regional daripada faktor-faktor lokal [1], [2]. Selain itu, topografi Kepulauan Tanimbar tidak ditandai dengan keberadaan gunung, yang artinya tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap pembentukan awan konvektif secara lokal. Di samping itu, faktor regional memiliki pengaruh yang lebih besar dalam pembentukan cuaca buruk di wilayah ini dibandingkan dengan faktor lokalnya [2]. Temuan serupa juga telah didukung oleh penelitian lain yang menunjukkan bahwa kejadian bencana hidrometeorologi, seperti awan Cb di Maluku, termasuk Kepulauan Tanimbar, lebih banyak dipengaruhi oleh faktor regional daripada faktor lokalnya [3].

Lebih lanjut, penelitian terkait keberadaan awan Cb di wilayah tropis yang dipengaruhi oleh faktor dinamika cuaca lokal, umumnya memiliki masa hidup relatif singkat. Masa tumbuh dan matang awan Cb biasanya berlangsung antara  $\pm 30$  menit hingga 1 atau 2 jam [4], [5], [6], [7]. Mengingat durasi yang singkat ini dan perbedaan pengaruh antara skala regional dan lokal, timbul pertanyaan tentang validitas prediksi petir dari awan Cb menggunakan parameter indeks rason dalam jangka waktu 6-12 jam ke depan [1], [8], [9]. Hal ini menimbulkan keraguan akan kemampuan data rason dalam memprediksi kejadian petir dalam jangka waktu 6-12 jam ke depan.

Selain memperhitungkan periode validitas prediksi, penting juga untuk menyelidiki korelasi antara parameter indeks dan potensi kejadian petir dalam mempertahankan kualitas probabilitas prediksi petir. Salah satu langkah yang dapat diambil adalah menggunakan metode regresi dengan data indeks rason untuk memprediksi kejadian petir. Dalam metode ini, setiap variabel independen, yang merupakan parameter indeks rason, diuji untuk melihat korelasinya dengan variabel dependen, yaitu kejadian petir itu sendiri [10]. Dengan demikian, memahami pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen menjadi penting untuk meningkatkan akurasi prediksi.

Berdasarkan konteks dan urgensi permasalahan yang disajikan dalam rujukan sitasi, rumusan masalah yang menjadi fokus penelitian ini adalah sebagai berikut : a. Apa parameter indeks rason yang umumnya dipakai di wilayah Indonesia juga dominan berpengaruh terhadap pembentukan petir dari awan Cb di Kep. Tanimbar?, b. Apakah periode validitas parameter indeks rason masih dapat digunakan dalam penentuan prediksi terjadinya petir dari awan Cb dalam kurun waktu 6 jam ke depan di Kep. Tanimbar?, dan c. Bagaimana korelasi parameter indeks rason terhadap kejadian petir dari awan Cb di Kep. Tanimbar dalam kurun waktu 6 jam ke depan?

Dalam konteks studi pustaka dan relevansinya terkait rumusan masalah tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk mengungkap keterkaitan tiap parameter indeks rason terhadap pembentukan petir di Kepulauan Tanimbar dalam jangka waktu 6 jam ke depan.

## 2. METODE

Dalam penelitian ini, informasi mengenai stabilitas udara diperoleh dari berbagai parameter seperti *Showalter Index* (SI), *Lifted Indeks* (LI), *K Indeks* (KI), *Total Totals* (TT), *Convective Available Potential Energy* (CAPE), dan *Convective Inhibition* (CIN). Data-data parameter tersebut dikumpulkan melalui pengamatan udara atas menggunakan rason di Stasiun Meteorologi Mathilda Batlayeri selama periode tiga tahun, dari tahun 2020 hingga 2023, pada pukul 00 UTC dan 12 UTC. Sumber data indeks berasal dari halaman web <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html> dengan menggunakan ID WMO 97900, yang merupakan identifikasi dari World Meteorological Organization (WMO) dan berfungsi sebagai penanda untuk Stasiun Meteorologi Mathilda Batlayeri.

Selain data dari radiosonde, parameter meteorologi dalam bentuk kejadian petir juga dikumpulkan dari pengamatan udara permukaan. Data kejadian petir tersebut disesuaikan dengan rentang waktu 3 jam dan 6 jam ke depan pada pukul 00 UTC dan 12 UTC. Informasi tentang kejadian petir ini diperoleh dari data pengamatan udara permukaan yang menunjukkan terdapatnya awan cumulonimbus (Cb). Pemisahan data kejadian petir dalam rentang waktu 6 jam ke depan dari data

kejadian petir dalam rentang waktu 3 jam ke depan dilakukan untuk memperhatikan perbedaan validitas prediksi petir dari parameter indeks rason antara kedua rentang waktu tersebut.

Setelah data pengamatan udara permukaan disortir dan dikumpulkan, parameter indeks rason yang relevan disesuaikan dengan tanggal dan kondisi perkiraan petir untuk rentang waktu 3 dan 6 jam ke depan, sejalan dengan hasil pengamatan udara permukaan. Penyesuaian ini dilakukan berdasarkan ketersediaan data variabel dependen, yang mencatat kejadian petir dalam format biner (0 untuk tidak ada petir, 1 untuk adanya petir). Analisis dilakukan dengan memperhitungkan hubungan antara parameter indeks rason dan kejadian petir sebagai variabel dependennya.

Data dielompokkan berdasarkan musim, yakni Desember-Januari-Februari (DJF), Maret-April-Mei (MAM), Juni-Juli-Agustus (JJA), dan September-Oktober-November (SON), untuk mengevaluasi korelasi pada setiap musim. Namun, ada kekurangan data rason pada bulan JJA pada pembacaan data rason jam 00 dan 12 UTC, serta pada bulan SON pada jam 00 UTC, sehingga pengumpulan dan penyajian data pada waktu tersebut tidak dilakukan. Data parameter indeks rason disajikan berdasarkan pengelompokkan bulan dan jam pelepasan seperti tabel berikut:

Tabel 1. Data parameter indeks rason

Musim	Waktu	Durasi	Jumlah Data
DJF	00 UTC	3 Jam	33
DJF	12 UTC	3 Jam	48
DJF	00 UTC	6 Jam	86
DJF	12 UTC	6 Jam	30
MAM	00 UTC	3 Jam	28
MAM	12 UTC	3 Jam	30
MAM	00 UTC	6 Jam	55
MAM	12 UTC	6 Jam	32
SON	00 UTC	6 Jam	10

Seluruh data yang terkumpul telah diolah menggunakan aplikasi Ms. Excel 2016. Data yang telah dihimpun dalam Ms. Excel akan selanjutnya diproses untuk analisis menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistics 23. Analisis keterkaitan antara data parameter indeks rason dengan kejadian petir dilakukan dengan menggunakan metode Korelasi Spearman.

Dalam upaya memahami hubungan antara parameter indeks rason dan potensi kejadian petir, penerapan persamaan Korelasi Spearman merupakan opsi yang sesuai. Persamaan ini dipilih karena data keberadaan petir disajikan dalam skala biner (0 untuk tidak ada petir dan 1 untuk ada petir), yang memenuhi syarat untuk uji hipotesis non-parametrik. Persamaan ini sesuai karena variabel yang diuji minimal harus bersifat ordinal, sejalan dengan sifat data kehadiran petir yang disajikan dalam skala biner. Dengan demikian, penerapan persamaan Korelasi Spearman merupakan pilihan yang tepat untuk memperkuat analisis korelasi antara parameter indeks rason dan potensi kejadian petir. Adapun rumus Korelasi Spearman yang diterapkan adalah sebagai berikut :

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

Koefisien Korelasi Spearman ( $\rho$ ) dihitung dengan memperhitungkan selisih kuadrat antara setiap pasangan variabel, dibagi dengan jumlah pasangan data yang diuji ( $n$ ). Nilai  $\rho$  kemudian dibandingkan dengan nilai kritis sesuai dengan tingkat signifikansi yang telah ditetapkan sebelumnya, sebesar 5% atau 0,05. Dalam analisis ini, hasil uji rho Spearman dibandingkan dengan taraf signifikansi ( $\alpha$ ). Jika nilai uji rho Spearman kurang dari  $\alpha$ , maka hipotesis nol ( $H_0$ ) ditolak dan hipotesis alternatif ( $H_1$ ) diterima, menunjukkan adanya hubungan linear antara kedua variabel. Sebaliknya, jika nilai uji rho Spearman lebih besar dari  $\alpha$ , maka hipotesis nol ( $H_0$ ) diterima dan hipotesis alternatif ( $H_1$ ) ditolak, menunjukkan tidak adanya hubungan signifikan antara kedua variabel tersebut.

Dengan menggunakan persamaan ini, dapat dilakukan analisis korelasi antara parameter indeks rason dengan kejadian atau ketiadaan petir, yang memberikan pemahaman lebih mendalam tentang hubungan antara faktor-faktor atmosfer berupa indeks rason yang terukur dan pembentukan awan cumulonimbus yang berpotensi menyebabkan keberlangsungan petir.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Hasil Uji Korelasi Parameter Indeks Rason di Bulan Desember-Januari-Februari (DJF)

Tabel 2. Hasil Uji Korelasi Spearman antara Data Indeks Rason terhadap Kejadian Petir Bulan Desember-Januari-Februari (DJF) 2020 s/d 2023 di Kepulauan Tanimbar

DJF	Kejadian Petir				Keterangan
	00 UTC		12 UTC		
	03 Jam	06 Jam	03 Jam	06 Jam	
SI	0.466	0.520	0.306	0.428	Sig. F SI > $\alpha$
LI	0.823	0.836	0.908	0.685	Sig. F LI > $\alpha$
KI	0.156	0.007	0.481	0.966	Sig. F KI < $\alpha$ pada 00 UTC untuk 06 jam ke depan
TT	0.275	0.594	0.404	0.535	Sig. F TT > $\alpha$
CAPE	0.576	0.219	0.745	0.882	Sig. F CAPE > $\alpha$
CIN	1.00	0.279	0.713	0.292	Sig. F CIN > $\alpha$

Ket.: Angka yang diarsir warna ini menjelaskan bahwa korelasi Spearman antara Data Indeks Rason terhadap pembentukan petir dari awan cumulonimbus menunjukkan korelasi yang signifikan

Berdasarkan Tabel 2, hasil analisis korelasi Spearman antara data parameter indeks rason dan pembentukan petir pada bulan DJF menunjukkan bahwa indeks parameter KI menunjukkan korelasi yang signifikan dengan kejadian petir dalam 6 jam ke depan dari awan cumulonimbus pada jam 00 UTC. Hal ini terlihat dari hasil uji signifikansi F KI yang memiliki nilai kurang dari 0.05, nilai dari taraf signifikansi standar  $\alpha$  (alpha), meskipun korelasi positif pada parameter indeks yang sama tidak ditemukan pada waktu lainnya. Sedangkan, untuk pembacaan parameter indeks rason selain KI, tidak ditemukan hubungan yang positif dengan kejadian petir baik dalam 3 jam maupun 6 jam ke depan. Hal ini terlihat dari nilai uji signifikansi F pada pembacaan parameter indeks rason yang lebih besar dari alpha.

#### 3.2. Hasil Uji Korelasi Parameter Indeks Rason di Bulan Maret-April-Mei (MAM)

Tabel 3. Hasil Uji Korelasi Spearman antara Data Indeks Rason terhadap Kejadian Petir Bulan Maret-April-Mei (MAM) 2020 s/d 2023 di Kepulauan Tanimbar

MAM	Kejadian Petir				Keterangan
	00 UTC		12 UTC		
	03 Jam	06 Jam	03 Jam	06 Jam	
SI	0.017	0.330	0.768	0.255	Sig. F SI 00 UTC pada 03 jam ke depan < $\alpha$
LI	0.234	0.682	0.062	0.774	Sig. F LI > $\alpha$
KI	0.017	0.794	0.250	0.003	Sig. F KI 00 UTC pada 03 jam ke depan dan 12 UTC pada 06 jam ke depan < $\alpha$
TT	0.016	0.294	0.250	0.171	Sig. F TT 00 pada 03 jam ke depan < $\alpha$
CAPE	0.928	0.215	0.019	0.295	Sig. F CAPE 12 pada 03 jam ke depan < $\alpha$
CIN	0.233	0.682	0.250	0.55	Sig. F CIN > $\alpha$

Ket. : Angka yang diarsir warna ini menjelaskan bahwa korelasi Spearman antara Data Indeks Rason terhadap pembentukan petir dari awan cumulonimbus menunjukkan korelasi yang signifikan

Tabel 3 di atas menunjukkan bahwa analisis korelasi Spearman mengenai parameter indeks rason dan pembentukan petir pada bulan MAM memperlihatkan adanya temuan menarik. Ditemukan bahwa beberapa parameter indeks rason menunjukkan korelasi positif yang signifikan dengan kejadian petir dari awan cumulonimbus pada jam 00 UTC untuk periode prediksi 3 jam ke depan. Secara spesifik, parameter indeks SI, KI, dan TT menunjukkan korelasi yang signifikan dengan pembentukan petir dalam periode tersebut. Di sisi lain, pada jam 12 UTC, terdapat korelasi yang signifikan antara parameter CAPE untuk prediksi 3 jam ke depan dan parameter KI untuk prediksi 6 jam ke depan. Walaupun parameter indeks SI, KI, TT, dan CAPE menunjukkan korelasi yang

signifikan pada jam dan periode prediksi yang telah disebutkan, hubungan tersebut tidak ditemukan pada waktu lain yang tidak dijelaskan sebelumnya.

Selain itu, meskipun mayoritas parameter indeks rason menunjukkan adanya korelasi dengan pembentukan petir, pada salah satu dari periode prediksi 3 atau 6 jam ke depan pada jam 00 atau 12 UTC, tidak semua opsi parameter indeks rason tersebut menunjukkan korelasi yang signifikan. Terdapat dua parameter indeks rason, yaitu LI dan CIN, yang sama sekali tidak menunjukkan adanya korelasi dengan pembentukan petir dari awan cumulonimbus pada salah satu dari pembagian waktu dan periode validitas prediksi. Situasi ini berbeda dengan temuan penelitian sebelumnya, yang menyatakan bahwa semakin tinggi nilai ambang batas LI dan CIN, maka kemungkinan terbentuknya petir juga semakin meningkat, terutama dalam wilayah di mana pembentukan cuaca masih dipengaruhi oleh pola fenomena atmosfer dalam skala lokal

### 3.3. Hasil Uji Korelasi Parameter Indeks Rason di Bulan September-Oktober-November (SON)

Tabel 4. Hasil Uji Korelasi Spearman antara Data Indeks Rason terhadap Kejadian Petir Bulan September-Oktober-November (SON) 2020 s/d 2023 di Kepulauan Tanimbar

SON	Kejadian Petir	Keterangan
	00 UTC (06 Jam)	
SI	0.109	Sig. F KI > $\alpha$
LI	0.109	Sig. F LI > $\alpha$
KI	0.458	Sig. F SI > $\alpha$
TT	0.109	Sig. F TT > $\alpha$
CAPE	0.109	Sig. F CAPE > $\alpha$
CIN	0.458	Sig. F CIN > $\alpha$

Berdasarkan hasil output data pada Tabel 4 di atas, pada bulan SON pada jam 00 UTC untuk prediksi 06 jam ke depan, pembentukan petir dari pertumbuhan awan cumulonimbus tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan masing-masing parameter indeks rason berdasarkan analisis korelasi Spearman. Nilai uji signifikansi F untuk setiap parameter melebihi nilai alpha, yang menunjukkan kurangnya korelasi yang signifikan. Hal ini menandakan kecenderungan awan Cb dalam menghasilkan petir tidak dipengaruhi oleh faktor dinamika atmosfer skala lokal yang direpresentasikan sebagai indeks rason, sehingga analisa tambahan terkait parameter profil termodinamika atmosfer lainnya dalam cakupan skala yang lebih luas diperlukan untuk menjelaskan fenomena ini.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis hasil penelitian terkait dengan referensi yang disebutkan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa secara umum, parameter indeks rason seperti SI, LI, KI, TT, CAPE, dan CIN tidak selalu berdampak signifikan terhadap pembentukan petir saat terbentuknya awan cumulonimbus di Kepulauan Tanimbar. Meskipun demikian, korelasi yang kuat antara parameter indeks rason dan prediksi pembentukan petir dari awan cumulonimbus lebih sering terjadi pada bulan Maret-April-Mei, terutama di pagi hari untuk periode prediksi tiga jam ke depan.

Dari berbagai opsi parameter indeks rason, parameter rason KI dianggap lebih representatif dalam menggambarkan periode validitas pembentukan petir di Kep. Tanimbar. Sedangkan, parameter rason LI dan CIN yang seharusnya dapat memperkirakan probabilitas terjadinya petir, justru tidak mampu menunjukkan potensi pembentukan petir dari awan cumulonimbus di Kep. Tanimbar. Selain itu, analisis komprehensif secara lebih spesifik dan mendalam mengenai proses termodinamika atmosfer dalam cakupan yang lebih luas, seperti fenomena atmosfer dalam skala regional masih sangat diperlukan. Hal ini bertujuan supaya korelasi antara parameter indeks rason dan pembentukan petir dari awan cumulonimbus lebih mampu dijelaskan secara ilmiah.

**REFERENSI**

- [1] Indra, "Prediksi Kejadian Petir Menggunakan Artificial Neural Network Metode Perceptron dengan Indeks Radiosonde di Wilayah Kabupaten Kepulauan Tanimbar," 2023, *Stasiun Pemantau Atmosfer Global (GAW) Bukit Kototabang Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika*. doi: 10.46824/megasains.v14i2.140.
- [2] Indra, "Analisis Dampak Siklon Tropis Lili pada Kondisi Cuaca di Saumlaki," *PROSIDING SNSA*, pp. 110–119, 2020.
- [3] V. Sabrina *et al.*, "Kajian Meteorologis Saat Kejadian Bencana Hidrometeorologis Di Maluku Utara (Studi Kasus : 15-16 Januari 2021)," *Jurnal Widya Climago*, vol. 3, no. 2, p. 53, 2021.
- [4] M. Janwar and M. A. Munandar, "Identifikasi Karakteristik Awan Cumulonimbus Dengan Menggunakan Satelit (Studi Kasus Puting Beliung Juanda, Sidoarjo 04 Februari 2016)," *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, pp. 1–7, 2015.
- [5] B. D. Pertiwi, "Analisis Karakteristik Awan Cumulonimbus Menggunakan Citra Satelit dan Data Cuaca Permukaan Wilayah Banyuwangi," *Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta Pertiwi, B. D. (2018). Analisis Karakteristik Awan Cumulonimbus Menggunakan Citra Satelit dan Data Cuaca Permukaan Wilayah Banyuwangi. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, pp. 1–131, 2018.
- [6] R. W. S. Saragih, "Analisis Kondisi Atmosfir, Indeks Labilitas, dan Citra Satelit Saat Kejadian Puting Beliung di Pontianak Kalimantan Barat (Studi Kasus 17 Juli 2020)," *Jurnal Fisika*, vol. 10, no. 2, pp. 62–71, 2020, doi: 10.15294/jf.v10i2.26927.
- [7] F. M. J. Abay, "Analisis Dinamika Atmosfer Dan Distribusi Awan Konvektif Menggunakan Teknik Red Green Blue (RGB) Pada Citra Satelit Himawari-8: Studi Kasus Banjir Jakarta 30 Desember 2019 - 1 Januari 2020," *Megasains*, vol. 12, no. 1, pp. 34–39, 2021, doi: 10.46824/megasains.v12i1.42.
- [8] S. Bhattacharya and H. C. Bhattacharyya, "A comparative study of severe thunderstorm among statistical and ANN methodologies," *Scientific Reports*, vol. 13, no. 1, pp. 1–14, 2023, doi: 10.1038/s41598-023-38736-z.
- [9] R. M. Putra *et al.*, "Cumulonimbus cloud prediction based on machine learning approach using radiosonde data in Surabaya, Indonesia," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 724, no. 1, pp. 0–7, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/724/1/012047.
- [10] D. E. Doloksaribu, "Analisa Hubungan Indeks Keluaran Raob Berdasarkan Pengamatan Radiosonde Dengan Kejadian Hujan Dan Guntur Di Polonia," *Over The Rim*, pp. 191–199, 2017.
- [11] F. L. Agroho, S. Syahreza, and D. Sugiyanto, "Analysis of the rainfall event in 2018-2019 using the air stability index method at the Meteorological Station of Sultan Iskandar Muda Banda Aceh," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1882, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1882/1/012023.
- [12] L. I. Purba, S. Humaidi, and Y. Darmawan, "Analysis Of Spearman Rank Correlation & Linear Regression Of Atmospheric Stability And Cloud Tops Temperature Of Himawari-8 IR Satellite Images (Case Study Of Hail On May 22, 2022)," *Prisma Sains : Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika dan IPA IKIP Mataram*, vol. 11, no. 2, p. 476, 2023, doi: 10.33394/j-ps.v11i2.7818.
- [13] I. Made *et al.*, "Vertical Wind Shear at I Gusti Ngurah Rai Airport," *Indonesian Physical Review*, vol. 6, no. 1, pp. 124–131, 2023.
- [14] M. R. Manurung, "Short-Term Weather Predictability Reviewing from the Stability Index in Medan," vol. 1, no. 2, pp. 39–48, 2021, doi: 10.53842/jocpes.
- [15] E. Fibriantika, R. Hidayat, B. D. Dasanto, and Y. S. Swarinoto, "THE SEASONAL TREND OF UPPER-AIR AND VERTICAL TEMPERATURE PROFILE BASED ON RADIOSONDE OVER INDONESIA Tren Temperatur Vertikal dan Udara Atas Musiman di Indonesia Berdasarkan Radiosonde," *Sains, Jurnal Cuaca, Teknologi Modifikasi*, vol. 23, no. 2, pp. 63–74, 2022.
- [16] N. Umakanth, G. C. Satyanarayana, B. Simon, M. C. Rao, M. T. Kumar, and N. R. Babu, "Analysis of various thermodynamic instability parameters and their association with the rainfall during thunderstorm events over Anakapalle (Visakhapatnam district), India," *Acta Geophysica*, vol. 68, no. 5, pp. 1549–1564, 2020, doi: 10.1007/s11600-020-00478-1.
- [17] R. Müller, "The role of NWP filter for the satellite based detection of cumulonimbus clouds," *Remote Sensing*, vol. 10, no. 3, 2018, doi: 10.3390/rs10030386.
- [18] P. Market, K. Grempler, P. Sumrall, and C. Henson, "Analysis of severe elevated thunderstorms over frontal surfaces using DCIN and DCAPE," *Atmosphere*, vol. 10, no. 8, 2019, doi: 10.3390/atmos10080449.