

KAJIAN INDEKS STABILITAS ATMOSFER TERHADAP KEJADIAN HUJAN LEBAT DI KOTA BITUNG (STUDI KASUS TAHUN 2020 - 2021)

Audia Azizah Azani^{1)*}, Niken Kusumawardani¹⁾

¹⁾BMKG (Stasiun Meteorologi Maritim Bitung)

*Korespondensi: audia.azani@bmgk.go.id

ABSTRACT

The stability index can be used by weather forecasters to predict heavy rain events. This paper examines the atmospheric stability index for the occurrence of heavy rain in Bitung City, North Sulawesi, during 2020-2021. Stability index data was obtained from the radiosonde of Sam Ratulangi Meteorological Station, Manado. The indexes studied are the Lifted Index (LI), Showalter Index (SI), K-Index (KI), CAPE, SWEAT, and Total-Totals Index (TT). The results show that heavy rain in Bitung occurred when the SI, KI, SWEAT, and TT values are in the moderate category. Meanwhile, the LI and CAPE values are less representative in predicting the occurrence of heavy rain in Bitung City. Further research is needed on the relationship between the threshold value of the atmospheric stability index and the weather in Bitung City so that it can be used as a reference for weather prediction.

Keywords: stability index, LI, SI, KI, CAPE, SWEAT, TT

ABSTRAK

Indeks stabilitas dapat dimanfaatkan prakirawan cuaca untuk memprediksi kejadian hujan lebat. Tulisan ini mengkaji indeks stabilitas atmosfer untuk kejadian hujan lebat di Kota Bitung, Sulawesi Utara, selama tahun 2020-2021. Data indeks stabilitas didapatkan dari radiosonde Stasiun Meteorologi Sam Ratulangi Manado. Indeks yang dikaji adalah Lifted Index (LI), Showalter Index (SI), K-Index (KI), CAPE, SWEAT, dan Total-Totals Index (TT). Hasil menunjukkan bahwa kejadian hujan lebat di Bitung dapat terjadi ketika nilai SI, KI, SWEAT, dan TT berada dalam kategori moderat. Sementara itu, nilai LI dan CAPE kurang representatif dalam memprediksi kejadian hujan lebat di Kota Bitung. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai hubungan nilai ambang batas indeks stabilitas atmosfer terhadap cuaca di Kota Bitung agar dapat menjadi acuan prediksi cuaca.

Kata kunci: indeks stabilitas, LI, SI, KI, CAPE, SWEAT, TT

PENDAHULUAN

Hujan lebat merupakan fenomena cuaca yang dapat mengganggu aktivitas manusia serta tak jarang menimbulkan bencana. Fenomena ini berasal dari uap air di atmosfer yang membentuk awan, yang mana proses pembentukannya memerlukan suhu lingkungan yang nilainya sama dengan suhu titik embun sehingga sampai pada kondensasi poin (Agroho dkk., 2021). Untuk sampai pada poin ini, diperlukan kondisi atmosfer yang tidak stabil. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kestabilan atmosfer di antaranya adalah

kecepatan angin dan tingkat radiasi sinar matahari. Hal ini menyebabkan adanya variasi tekanan udara antara lapisan atmosfer di permukaan tanah dengan lapisan udara yang lebih tinggi (Sasmita dkk., 2019).

Pengamatan udara atas menggunakan radiosonde menjadi cara untuk mendapatkan nilai stabilitas atmosfer. Nilai ini dapat dimanfaatkan sebagai prediktor kejadian hujan lebat dan badai guntur. Umumnya, indeks labilitas atmosfer cenderung pada nilai moderat ketika belum ada kejadian hujan lebat, tetapi akan menjadi tinggi jika data pengamatan udara atas dilakukan saat terjadinya cuaca ekstrem (Zahroh dkk., 2017).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menentukan nilai indeks stabilitas yang dapat menjadi indikator terjadinya hujan lebat di Indonesia. Salah satunya di Kota Manado, yang mana menurut Setyawan dan Saepudin (2016), indeks stabilitas yang bagus untuk mendeteksi potensi hujan sangat lebat di Manado adalah Lifted Index (LI) dengan nilai yang berkisar antara -4 hingga -2, K-Index (KI) dengan nilai >40, dan Showalter Index (SI) dengan nilai kisaran 0 hingga -3. Sedangkan CAPE, SWEAT, dan Total-Totals Index (TT) masih kurang baik dalam merepresentasikan cuaca buruk.

Kota Bitung terletak sekitar 40 km dari Kota Manado. Wilayah Kota Bitung terdiri dari wilayah daratan yang berada di kaki gunung Dua Saudara dan sebuah pulau yang bernama Lembeh. Topografi kota yang terdiri atas lautan dan pegunungan mengakibatkan banyak faktor lokal yang dapat menyebabkan tumbuhnya awan konvektif. Akan tetapi, pengamatan radiosonde tidak dilakukan di kota ini. Tulisan ini bertujuan untuk mengkaji indeks stabilitas yang didapatkan dari radiosonde Manado terhadap kejadian hujan lebat di Kota Bitung sehingga diketahui apakah indeks stabilitas ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan pertimbangan prakirawan dalam menentukan prediksi cuaca ekstrem di Kota Bitung.

KAJIAN PUSTAKA

Lifted Index (LI)

Lifted Index adalah nilai yang diperoleh dari selisih antara suhu udara lapisan 500 mb dengan suhu udara parcel udara pada lapisan 500 mb yang dinaikkan secara adiabatik dari lapisan batas atmosfer. Persamaan LI adalah:

$$LI = T500 - T_{p500} \quad \dots(1)$$

Di mana:

T500 = suhu udara lapisan 500 mb (K)

T_{gp} = suhu parcel udara di lapisan 500 mb (K)

K-Index (KI)

K-Index merupakan indikator potensi adanya badai akibat pergerakan konvektif yang dihitung berdasarkan nilai suhu pada lapisan 850, 700, dan 500 mb beserta nilai suhu titik embun pada lapisan 850 dan 700 mb. Nilainya dirumuskan dalam persamaan:

$$KI = T850 - T500 + Td850 - (T700 - Td700) \dots (2)$$

Di mana:

T = suhu (°C)

T_d = suhu titik embun (°C)

Showalter Index (SI)

Showalter index (SI) merupakan indeks yang digunakan untuk mengetahui ketidakstabilan udara di troposfer tengah, tepatnya antara lapisan 850 dan 500 mb. Nilai-nilai indeks didasarkan pada jumlah uap air dan energi yang terkandung dalam lapisan 850 dan 500 mb yang merupakan selisih antara suhu lingkungan lapisan 500 mb dengan suhu parcel pada lapisan 500 mb yang diangkat secara adiabatik dari lapisan 850 mb, dirumuskan dalam:

$$SI = T500 - T_{p500} \quad \dots(3)$$

Di mana:

T500 = suhu udara pada lapisan 500 mb (K)

T_{p500} = suhu parcel pada lapisan 500 mb (K)

CAPE

Convective Available Potential Energy (CAPE) adalah energi total dari gaya apung di kolom udara yang tersedia untuk mengangkat parcel udara. CAPE secara langsung berhubungan dengan kecepatan vertikal potensial maksimum dalam updraft. Persamaan untuk CAPE adalah:

$$CAPE = \int_{Z_f}^{Z_n} g \left(\frac{T_p - T_l}{T_l} \right) dz \quad \dots(4)$$

Di mana:

Z_f = ketinggian lapisan Level of Free Convection (LFC) (m)

Z_n = ketinggian lapisan ekuilibrium (m)

- T_p = suhu parsel ($^{\circ}\text{C}$)
 T_l = suhu lingkungan ($^{\circ}\text{C}$)
 g = gravitasi (m/s^2)
 dz = beda ketinggian (m)

Total-Totals Index (TT)

Total-totals Index (TT) merupakan gabungan antara indeks vertikal total (selisih suhu lingkungan lapisan 850 mb dan 500 mb) dengan cross total (selisih suhu titik embun pada lapisan 850 mb dan suhu lingkungan 500 mb) yang dapat menentukan proses konveksi. Persamaannya ditulis sebagai berikut:

$$TT = (T_{850} - T_{500}) + (T_{d850} - T_{500}) \dots(5)$$

Di mana:

- T = suhu lingkungan ($^{\circ}\text{C}$)
 T_d = suhu titik embun ($^{\circ}\text{C}$)

SWEAT

Severe Weather Threat Index (SWEAT) merupakan indeks yang digunakan untuk memprediksi potensi cuaca buruk dengan memperhitungkan mekanisme lain selain suhu, yaitu arah dan kecepatan angin. Persamaannya adalah sebagai berikut:

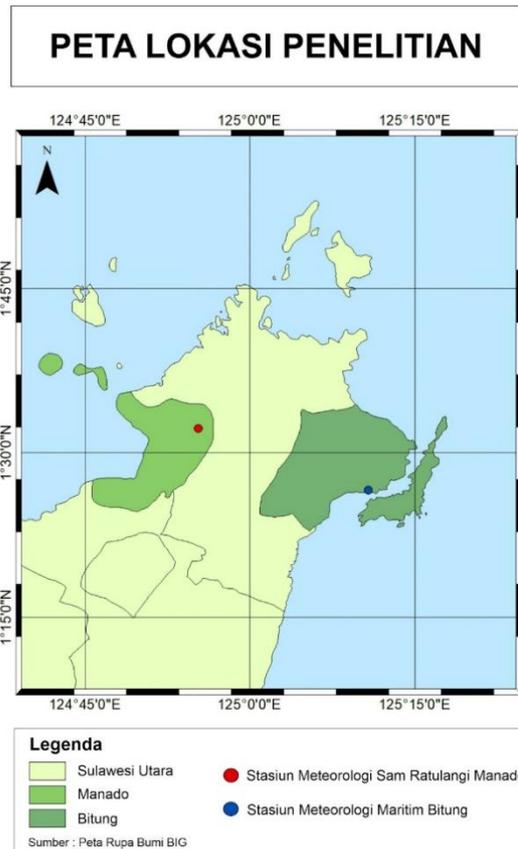
$$SWEAT = 12T_{d850} + 20(TT-49) + 2f_{850} + f_{500} + 125(s + 0.2) \dots(6)$$

Di mana:

- T_d = titik embun ($^{\circ}\text{C}$)
 TT = Total-totals Index ($^{\circ}\text{C}$)
 f = kecepatan angin (knot)
 s = sin arah angin pada lapisan 500 mb dan 850 mb (derajat)

METODE

Penelitian ini berlokasi di Kota Bitung, Sulawesi Utara, tepatnya di Stasiun Meteorologi Maritim Bitung yang terletak pada koordinat $1^{\circ}26'$ LU $125^{\circ}10'$ BT. Lokasi penelitian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data hujan lebat yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi Maritim Bitung selama tahun 2020 - 2021. Adapun kriteria hujan lebat berdasarkan *Peraturan Kepala BMKG Nomor: Kep. 009 Tahun 2010 tentang Prosedur SOP Peringatan Dini, Pelaporan, dan Diseminasi Informasi Cuaca Ektrim* merupakan curah hujan yang intensitasnya melebihi 50 mm dalam satu hari. Penelitian ini juga menggunakan data indeks stabilitas atmosfer yang diambil dari data rawinsonde Stasiun Meteorologi Sam Ratulangi Manado pada jam 00.00 UTC dan 12.00 UTC yang terletak pada koordinat $124^{\circ}40' - 124^{\circ}50'$ BT dan $1^{\circ}30' - 1^{\circ}40'$ LU dan berlokasi +/- 40 km dari Stasiun Meteorologi Maritim Bitung.

Adapun indeks stabilitas yang digunakan terdiri atas Showalter Index (SI), Lifted Index (LI), K-Index (KI), Total-totals Index (TT), SWEAT, dan CAPE. Nilai CAPE digunakan untuk melihat tingkat konvektivitas yang terjadi (Zakir, 2016). SI dan LI digunakan

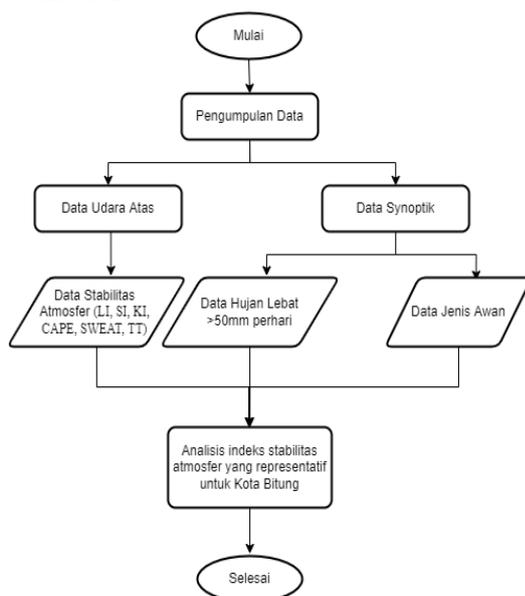
untuk melihat potensi kondisi stabilitas atmosfer. Nilai K Indeks digunakan untuk mengindikasikan potensi terjadinya badai guntur. Nilai SWEAT dan TT Indeks digunakan untuk mengindikasikan potensi cuaca buruk (Wirjohamidjojo dan Swarinoto, 2014, dalam Prasetyo dkk., 2020). Adapun kriteria nilai dari indeks tersebut yang dijabarkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Nilai Indeks Stabilitas Atmosfer

| Indeks | Lemah | Moderate | Kuat |
|------------------|-------|-------------|-------|
| TT Indeks | <42 | 42 - 46 | >46 |
| K Indeks | <29 | 29 - 37 | >37 |
| SWEAT | <135 | 135 - 239 | >239 |
| CAPE | <1000 | 1000 - 2500 | >2500 |
| LI Indeks | > -2 | -2 s/d -6 | < -6 |
| Showalter Indeks | >4 | 4 s/d -4 | < -4 |

(Sumber: Wirjohamidjojo dan Swarinoto (2014), Prasetyo dkk. (2020), dan Fibriantika dan Mayangwulan (2020))

Alur penelitian sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Intensitas Curah Hujan di Stasiun Meteorologi Maritim Bitung

Sepanjang tahun 2020 - 2021, tercatat bahwa Kota Bitung mengalami sebanyak 9 kali kejadian hujan lebat dengan rincian 3 hari pada tahun 2020 dan 6 hari pada tahun 2021. Curah hujan harian dengan intensitas tertinggi terjadi pada tanggal 13 September 2020 sebanyak 197 mm. Sementara itu, hujan lebat dengan intensitas paling rendah terjadi pada tanggal 4 Desember 2021, yaitu sebanyak 51 mm. Rincian intensitas hujan yang terjadi dalam satu hari seperti disajikan pada Tabel 2.

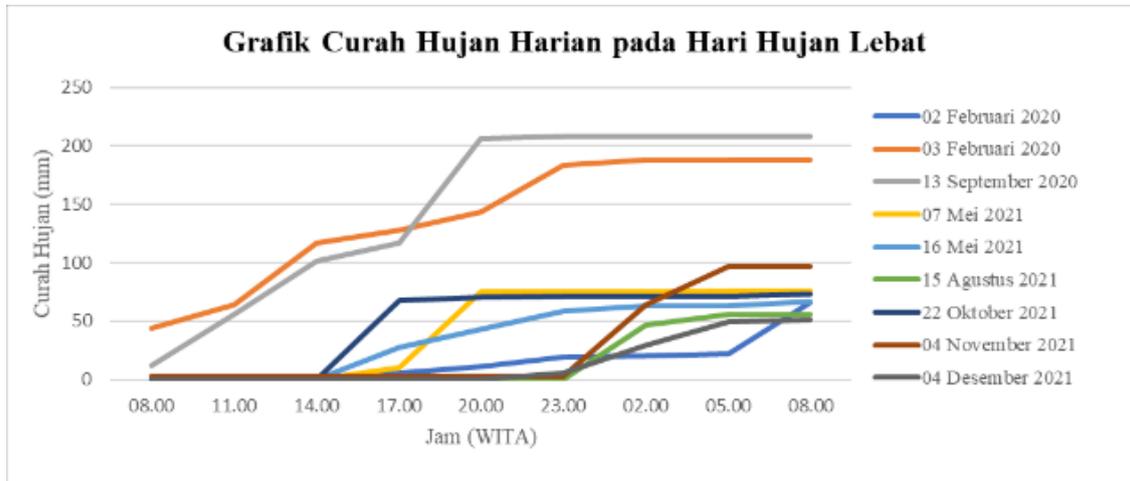
Tabel 2. Tanggal terjadinya Hujan Lebat

| No. | Tanggal | Curah Hujan (mm) |
|-----|-------------------|------------------|
| 1. | 2 Februari 2020 | 66 mm |
| 2. | 3 Februari 2020 | 145 mm |
| 3. | 13 September 2020 | 197 mm |
| 4. | 7 Mei 2021 | 76 mm |
| 5. | 16 Mei 2021 | 63 mm |
| 6. | 15 Agustus 2021 | 56 mm |
| 7. | 22 Oktober 2021 | 73 mm |
| 8. | 4 November 2021 | 93 mm |
| 9. | 4 Desember 2021 | 51 mm |

Curah hujan tersebut kemudian dirincikan per tiga jam sesuai dengan observasi yang dilakukan di stasiun, dimulai pada pukul 08.00 WITA hingga jam 08.00 WITA pada keesokan harinya. Gambar 1 menunjukkan grafik curah hujan harian di Stasiun Meteorologi Maritim Bitung pada hari kejadian hujan lebat. Berdasarkan grafik tersebut, pada

umumnya hujan terjadi di sore hari, yaitu pada pukul 17.00 WITA. Hujan yang telah terjadi dari pagi hari (08.00 WITA) tercatat pada tanggal 03 Februari 2020, 13 September 2020, dan 04 November 2021. Kenaikan intensitas curah hujan tertinggi terjadi pada tanggal 13 September 2020, yaitu jam 20.00, di mana

curah hujan mengalami peningkatan hingga 89 mm dalam tiga jam.



Gambar 3. Grafik curah hujan harian per tiga jam pada kejadian hujan lebat di Kota Bitung

Tabel 3. Jenis Awan saat Pengamatan 3 Jam

| Tanggal/ Jam | 00 | 03 | 06 | 09 | 12 | 15 | 18 | 21 | 00 |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 02 Februari 2020 | Cu/Sc, Ac | Cu/Sc, Ac | Cu/Sc, Ac-As | Cu/Sc, As | Cu/Sc, As | Cu/Sc, As | Cu/Sc, As | Cu/Sc, Ac-As | Cb, Ac-As |
| 03 Februari 2020 | Cb, Ac-As | Cu | Cb | Cb, As | Cb, Ac-As | Cb, Ac-As | Cu/Sc, Ac-As | Cu/Sc, Ac-As | Cu, Ac |
| 13 September 2020 | Cb, Ac-As | Cb, Ac-As | Cb, Ac-As | Cb, Ac-As | Cb, As | Cu/Sc, Ac-As | Cu/Sc, Ac-As | Cu/Sc, Ac-As | Cu, Ac |
| 07 Mei 2021 | Cu/Sc, Ac-As | Cu/Sc, Ac | Cb, Ac | Cu/Sc, Ac | Cb, Ac-As | Cu/Sc, Ac-As | Cu/Sc, Ac-As | Cu/Sc, Ac-As | Cu/Sc, Ac-As |
| 16 Mei 2021 | Cu, Ac | Cb, Ac | Cu/Sc, Ac | Cb, As | Cb, As | Cb, As | Cu/Sc, As | Cu/Sc, Ac | Cu/Sc, Ac-As |
| 15 Agustus 2021 | Cu, Ac | Cu/Sc, Ac | Cu/Sc, Ac | Cu/Sc, Ac | Cu/Sc, Ac | Cu/Sc, Ac | Cb, Ac-As | Cu/Sc, Ac-As | Cu/Sc, Ac |
| 22 Oktober 2021 | Cu/Sc, Ac | Cu/Sc, Ac | Cb, Ac-As | Cb, As | Cu/Sc, As | Cu/Sc, Ac | Cu/Sc, Ac | Cu/Sc, Ac | Cu/Sc, Ac-As |
| 04 November 2021 | Cu/Sc, Ac | Cu/Sc, Ac | Cu/Sc, Ac | Cu/Sc | Cu/Sc, Ac | Cb, As | Cb, Ac-As | Cb, Ac-As | Cu/Sc, Ac-As |
| 04 Desember 2021 | Cu/Sc, Ac-As | Cu/Sc, Ac-As | Cu/Sc, Ac-As | Cu/Sc, Ac | Cu/Sc, Ac-As | Cb, Ac-As | Cb, Ac-As | Cb, Ac-As | Cb, Ac-As |

Keterangan : Warna hijau menunjukkan waktu terjadinya hujan

Analisis Berdasarkan Jenis Awan

Pada umumnya awan yang terjadi saat kejadian hujan lebat di Bitung merupakan awan konvektif seperti yang terdapat pada Tabel 3. Hujan lebat yang terjadi di Kota Bitung selalu disertai dengan terbentuknya awan Cumulonimbus. Kondisi awan Cumulonimbus yang terbentuk paling sedikit bertahan selama 4 jam pengamatan per hari dan paling lama bertahan hingga 17 jam pengamatan per hari. Contohnya pada tanggal 2 dan 3 Februari 2020.

Pada pengamatan pukul 06.00 UTC tercatat telah terjadi hujan dan berlangsung hingga pukul 21.00 UTC tanggal 3 Februari 2020. Kondisi atmosfer yang labil secara terus menerus mengakibatkan awan Cumulonimbus mulai terbentuk pada pukul 22.00 UTC tanggal 2 Februari 2020 dan terus bertahan hingga pukul 16.00 UTC esok hari. Pada tanggal 3 Februari 2020, awan Cumulonimbus bertahan hingga 17 jam pengamatan. Selain itu, awan menengah yang didominasi oleh Altostratus tebal dan Altocumulus tebal juga memberikan

kontribusi terhadap keberlangsungan hujan yang terjadi.

Dominasi awan konvektif yang terbentuk saat terjadinya hujan Lebat di Kota Bitung tidak bisa dipisahkan dari faktor geografi dan topografi Kota Bitung yang bervariasi. Posisi geografis Kota Bitung berbatasan dengan Laut Maluku di sebelah Timur dan Samudra Pasifik di sebelah utara. Wilayah Samudera Pasifik merupakan salah satu daerah pembentukan dan lintasan siklon tropis di utara Indonesia. Sehingga cuaca di Kota Bitung tidak terlepas dari pengaruh yang disebabkan oleh terjadinya siklon tropis. Selain itu, sebagian besar daratan Kota Bitung merupakan daerah perbukitan (45.06%) dan daerah pegunungan (32.73 %). Hanya 4.08% berupa daratan landai dan 18.03% berombak (Geurhaneu, dkk. 2018). Sehingga terdapat pengaruh dari angin darat-laut dan angin gunung-lembah dalam pembentukan awan konvektif.

Analisis Indeks Stabilitas

Data indeks stabilitas kemudian diperoleh dari radiosonde Stasiun Meteorologi Sam Ratulangi Manado dengan mengacu pada hari kejadian hujan lebat di Kota Bitung, sebagaimana ditunjukkan oleh Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Indeks Stabilitas berdasarkan kejadian hujan di Kota Bitung

| Tanggal | Jam | SI | LI | SWEAT | CAPE | KI | TT |
|-------------------|-----|---------|-------|-------|-------|------|------|
| 02 Februari 2020 | 00 | NO DATA | | | | | |
| | 12 | 0.74 | -0.91 | 236.4 | 123 | 33.1 | 41.9 |
| 03 Februari 2020 | 00 | -1.1 | -1.81 | 266.6 | 392.1 | 34.1 | 44.4 |
| | 12 | 0.61 | 0.59 | 225.3 | 22.33 | 37.1 | 41.6 |
| 13 September 2020 | 00 | 1.1 | -1.31 | 192.3 | 210.7 | 34.5 | 42.6 |
| | 12 | NO DATA | | | | | |
| 07 Mei 2021 | 00 | -0.27 | -0.86 | 225.6 | 91.46 | 38.3 | 43.3 |
| | 12 | NO DATA | | | | | |
| 16 Mei 2021 | 00 | 0.87 | -1.08 | 203.6 | 89.51 | 33.2 | 42.1 |
| | 12 | NO DATA | | | | | |
| 15 Agustus 2021 | 00 | 0.22 | -0.51 | 231.6 | 30.57 | 32.0 | 43.3 |
| | 12 | NO DATA | | | | | |
| 22 Oktober 2021 | 00 | -0.95 | -2.25 | 200.4 | 287.3 | 36.9 | 46.3 |
| | 12 | NO DATA | | | | | |
| 04 November 2021 | 00 | 0.45 | -2.31 | 220.9 | 799 | 34.3 | 42.7 |
| | 12 | NO DATA | | | | | |
| 04 Desember 2021 | 00 | -0.96 | -3.09 | 230.5 | 735.2 | 37.7 | 45.2 |
| | 12 | -0.48 | -1.26 | 254.4 | 340.6 | 32.9 | 42.8 |

Berdasarkan data tersebut, masing-masing indeks memiliki 11 data. Data ini kemudian dikategorikan ke dalam nilai kriteria indeks yang telah dijabarkan pada Tabel 1 sehingga kategorisasinya didapat sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kategorisasi Indeks Stabilitas Kejadian Hujan Lebat di Kota Bitung

| INDEKS | KATEGORI | | |
|------------|----------|---------|------|
| | LEMAH | MODERAT | KUAT |
| SI | 0 | 11 | 0 |
| LI | 8 | 3 | 0 |
| SWEAT | 0 | 9 | 2 |
| CAPE | 11 | 0 | 0 |
| KI | 0 | 8 | 3 |
| TT | 2 | 8 | 1 |
| % Kejadian | 31.8 | 59.1 | 9.1 |

Berdasarkan kategori yang diuraikan pada tabel tersebut, sebagian besar nilai indeks stabilitas pada kejadian hujan lebat di Kota Bitung berada pada kategori moderat, yaitu 59,1%. Hanya 9,1% kejadian tersebut ditunjukkan oleh nilai indeks pada kategori kuat. Di antara keenam indeks stabilitas yang diperoleh, nilai CAPE merupakan nilai yang tidak terlalu merepresentasikan tingkat konvektivitas di Kota Bitung, ditunjukkan oleh nilai indeks CAPE yang 100% ada pada kategori lemah. Hal tersebut sesuai dengan Setyawan dan Saepudin (2016) dan Meilani dkk. (2014) yang menyatakan bahwa CAPE kurang baik dalam merepresentasikan cuaca buruk. Begitu pula dengan LI yang sebagian besar indeksnya pada kategori lemah (72%), yang mana ini justru bertentangan dengan Setyawan dan Saepudin (2016). Sedangkan untuk SI, SWEAT, KI, dan TT, sebagian besar indeks pada kejadian hujan lebat masuk dalam kategori moderat.

Beberapa indeks ada yang mencapai kategori kuat, yaitu SWEAT (pada kejadian tanggal 3 Februari 2020 jam 00.00 UTC dan 4 Desember 2021 jam 12.00 UTC), KI (3 Februari 2020 jam 12.00 UTC, 7 Mei 2021 jam 00.00 UTC, dan 4 Desember 2021 jam 00.00 UTC), dan TT (22 Oktober 2021 jam 00.00 UTC). Nilai SWEAT yang tinggi pada tanggal

tersebut dapat dikarenakan kondisi atmosfer yang labil yang ditandai adanya awan konvektif disertai hujan yang terjadi ketika pengamatan udara atas dilakukan. Pada tanggal 3 Februari 2020, awan cumulonimbus bertahan hingga 16 jam pengamatan dan mulai luruh pada pukul 17.00 UTC. Pada tanggal 7 Mei 2021, awan cumulonimbus bertahan hingga 6 jam pengamatan dan mulai luruh pada pukul 13.00 UTC. Pada tanggal 22 Oktober 2021, awan cumulonimbus mulai terbentuk pada pukul 06.00 UTC dan mulai luruh pada pukul 11.00 UTC. Sementara itu pada tanggal 4 Desember 2021, awan cumulonimbus mulai terbentuk pada pukul 13.00 UTC dan bertahan hinggakeesokan harinya pukul 00.00 UTC. Hal ini sesuai dengan Zahroh dkk. (2017) yang menyatakan bahwa nilai indeks stabilitas cenderung pada kategori kuat ketika pengamatan dilakukan pada cuaca ekstrem.

Selain membandingkan nilai indeks ini dengan Tabel 1, nilai ini kemudian dibandingkan juga dengan kriteria yang diperoleh dari Setyawan dan Saepudin (2016) yang telah melakukan penelitian di Kota Manado, yang mana kota ini merupakan kota tempat pengamatan udara atas terdekat dari Kota Bitung, sehingga dihasilkan kategori sebagaimana dijabarkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kesesuaian nilai indeks stabilitas kejadian curah hujan di Kota Bitung dengan kriteria Setyawan dan Saepudin (2016)

| INDEKS | SESUAI | TIDAK |
|--------|--------|-------|
| LI | 3 | 8 |
| KI | 0 | 11 |
| SI | 5 | 6 |
| % | 24.2 | 75.8 |

Berdasarkan tabel tersebut, kriteria indeks labilitas yang diterapkan di Kota Manado tidak sesuai dengan kejadian hujan lebat di Kota Bitung dengan persentase 75,8%. Di antara semua indeks, KI adalah indeks yang paling tidak sesuai dengan kriteria tersebut. Sementara itu, kriteria yang sesuai hanya 24,2% dengan SI sebagai indeks dengan kesesuaian

paling besar. Hal tersebut dapat disebabkan adanya pengaruh lokasi geografis serta topografi (Agroho dkk., 2021). Penelitian lebih lanjut mengenai kategorisasi indeks stabilitas di Kota Bitung perlu dilakukan dengan mengambil rentang data yang lebih panjang sehingga nantinya akan didapatkan nilai ambang batas tersendiri untuk perkiraan cuaca ekstrem di Kota Bitung

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan terhadap enam indeks stabilitas atmosfer, didapatkan bahwa nilai CAPE dan LI kurang representatif dalam memprediksi kejadian hujan lebat di Kota Bitung. Sementara itu, indeks SI, KI, SWEAT, dan TT untuk kejadian hujan lebat di Kota Bitung masuk dalam kategori moderat hingga kuat. Penelitian ini juga mengambil acuan terhadap penelitian sebelumnya yang dilakukan di Kota Manado yang menjabarkan kriteria untuk LI, KI, dan SI serta didapatkan bahwa nilai tersebut juga tidak representatif terhadap kejadian hujan lebat di Kota Bitung. Hal tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan letak geografis dan kondisi topografi. Untuk itu, perlu ada penelitian lebih lanjut mengenai kategorisasi indeks labilitas di Kota Bitung agar didapatkan nilai ambang batas tersendiri untuk perkiraan cuaca ekstrem di Kota Bitung.

DAFTAR PUSTAKA

- Agroho, F. L., Syahreza, S., & Sugiyanto, D. (2021). 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, p. 012023). IOP Publishing.
- Geurhaneu, Yuyu, N., Latuputty, G., dan Ilahude, D. (2018). Data Geologi dan Geofisika Selat Lembeh sebagai Pendukung Pengembangan Infrastruktur

- Pelabuhan. *Jurnal Geologi Kelautan Vol. 16, No.2, November 2018.*
- Fibriantika, E., & Mayangwulan, D. (2020). ANALISIS SPASIAL INDEK STABILITAS UDARA DI INDONESIA. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca, 21(1)*, 1-12.
- Meilani., Wahid, A., Bernandus. (2014). Analisa Data Radiosonde untuk Mengetahui Potensi Kejadian Badai Guntur di Bandar Udara El Tari Kupang. *Prosiding Seminar Nasional Geofisika 2014*, 159-163.
- Peraturan Kepala BMKG Nomor: Kep. 009 Tahun 2010 tentang Prosedur SOP Peringatan Dini, Pelaporan, dan Diseminasi Informasi Cuaca Ektrim. Diakses tanggal 8 April 2022.
<http://jdih.bmkg.go.id/vifiles/PROSEDUR%20TANDAR%20OPERASIONAL%20PELAKSANAAN%20PERINGATAN%20DINI,PELAPORAN,&%20DISEMINASI%20INFORMASI%20CUACA%20EKSTRIM.PDF>
- Prasetyo, S., Rumahorbo, I., Hidayat, U., dan Sagita, N. (2020). Analisis Kondisi Atmosfer pada Kejadian Hujan Es (Studi kasus: Bogor, 23 September 2020). *Prosiding Seminar Nasional Kahirupan I Tahun 2020.*
- Sasmita A., Andrio D., & Hasibuan P. (2019). Pemetaan Sebaran Partikulat dari Pembakaran Limbah Padat Industri Pengolahan Sawit di Kabupaten Kampar, Riau. *Jurnal Sains dan Teknologi 18 (2)*. Universitas Pendidikan Ganesha.
- Setyawan, T. & Saepudin, M. (2016). Analisis Karakteristik Kejadian Hujan Sangat Lebat di Stasiun Meteorologi Sam Ratulangi Manado Menggunakan Metode Analisis Parameter Sounding. *Jurnal STMKG.*
- Wirjohamidjojo, S., dan Swarinoto, Y.S. (2014). Indeks dan Peredaran Atmosfer Tropik. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika
- Zahroh, N. F., Dewi, N. W. S. P., & Harsanti, D. (2017). Indeks Labilitas Udara Untuk Memprediksi Kejadian Badai Guntur pada Puncak Musim Hujan Tahun 2016. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca, 18(1)*, 9-15.
- Zakir, Ahmad. (2016). Profil Vertikal Suhu Udara, Indeks Labilitas, Vertikal Windshear Selama Siklon Tropis Bakung di Stamet Cengkareng, Padang, dan Pangkal Pinang. *Buletin Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.*