

KAJIAN DATA SATELIT HIMAWARI-8 UNTUK ANALISIS KONDISI ATMOSFER TERHADAP KEJADIAN BANJIR (STUDI KASUS : DESA KUTA LIMBARU, KABUPATEN DELI SERDANG 26 JULI 2020)

Frans Gabriel Sianturi¹, Aditya Mulya¹

¹Program Studi Meteorologi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika
Corresponding Email : frans.gabriel.sianturi@stmkg.ac.id

Abstrak

Hujan lebat terjadi di desa Kuta limbaru, Kecamatan Kutalimbaru, Deli Serdang, Sumatera Utara tanggal 26 Juli 2020 pukul 09.00 UTC (16.00 WIB). Berdasarkan website dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), kejadian ini menghanyutkan 9 orang (8 ditemukan dan 1 meninggal dunia). Penelitian ini menggunakan data citra dan reanalisis penginderaan jauh dari Satelit Himawari-8. Data yang diperoleh diolah dengan menggunakan software SATAID dan GRADS. Data kemudian disajikan dalam bentuk grafik/time series, tabel, dan peta spasial. Hasil data berupa grafik/time series dan peta suhu puncak awan menunjukkan bahwa terjadi penurunan suhu awan $\leq -50^{\circ}\text{C}$ sehingga membentuk awan-awan konvektif berupa awan Cumulonimbus dimulai dari pukul 05.50 UTC (12.50 WIB) hingga meluruh pukul 10.30 UTC (17.30 WIB). Hasil data indeks stabilitas atmosfer di lokasi kejadian menunjukkan bahwa terjadi ketidakstabilan atmosfer sebelum terjadinya hujan lebat. Hal ini menjadi pendorong dalam mempercepat pertumbuhan awan-awan Cumulonimbus (Cb). Peta streamline angin dan vortisitas memperlihatkan bahwa terjadi pertemuan massa udara dari arah yang berbeda dan pembentukan sirkulasi aliran fluida angin siklonik sehingga menimbulkan konvergensi saat terjadinya hujan lebat.

Kata kunci: Hujan Lebat, Himawari-8, SATAID, Awan Konvektif

Abstract

Heavy rain occurred in Kuta limbaru village, Kutalimbaru sub-district, Deli Serdang, North Sumatra on July 26, 2020 at 09.00 UTC (16.00 WIB). Based on the website of the Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), this incident swept away 9 people (8 found and 1 person died). This study uses image data and remote sensing reanalysis from the Himawari-8 Satellite. The data obtained were processed using SATAID and GRADS software. The data is then presented in the form of graphs/time series, tables, and spatial maps. The data results in the form of graphs/time series and cloud top temperature maps show that there is a decrease in temperature of $\leq -50^{\circ}\text{C}$ so as to form convective clouds in the form of Cumulonimbus clouds starting at 05.50 UTC (12.50 WIB) until decaying at 10.30 UTC (17.30 WIB). The results of the occurrence of atmospheric index data at the location of the incident indicate that the instability of the atmosphere before heavy rains. This is the driving force for the growth of Cumulonimbus (Cb) clouds. Wind streamline maps and vortices show that the meeting of air masses from different directions and the formation of cyclonic wind fluid flow circulation, causing convergence during heavy rains.

Keywords: Heavy Rain, Himawri-8, SATAID, Convective Cloud

I. PENDAHULUAN

Secara geografis Indonesia berada pada 6° Lintang Utara hingga 11° Lintang Selatan dan 95° Bujur Timur hingga 141° Bujur Timur menjadikan Indonesia dilalui oleh garis khatulistiwa sebagai negara yang beriklim tropis. Indonesia memiliki pola cuaca yang dinamis serta dipengaruhi oleh skala meteorologi baik skala global, regional maupun lokal (Zakir dkk. 2010). Indonesia merupakan salah satu wilayah ekutorial dengan awan – awan konvektif aktif (Tjasyono, 2004). Keadaan atmosfer yang dinamis mengakibatkan wilayah Indonesia cukup sering terjadi pembentukan awan konvektif yang menghasilkan hujan lebat. Di wilayah lintang selatan, vortisitas negatif menunjukkan adanya siklonik yang mengakibatkan terbentuknya awan konvektif dan berlaku sebaliknya untuk lintang utara (Seto, 2000). Pertumbuhan awan akan dengan mudah terjadi jika vortisitas negatif, dimana massa udara yang masuk akan berkonvergensi dan tumbuhlah awan-awan konvektif (Seto, 2000). Fenomena hujan lebat ini terjadi ketika keadaan atmosfer di suatu wilayah dalam keadaan labil (unstable) yang memicu pertumbuhan awan konvektif berupa awan Cumulonimbus (Cb). Analisis kondisi atmosfer pada saat kejadian hujan lebat membantu prakirawan cuaca dan ilmuwan dalam menentukan kondisi atmosfer yang mendukung kejadian tersebut (Nurrohman, 2016).

Semakin berkembangnya teknologi terutama pada alat *remote sensing* (penginderaan jauh) memudahkan dalam mengkaji dan menganalisis kejadian hujan lebat menggunakan citra satelit. SATAID (*Satellite Animation and Interactive Diagnosis*) merupakan software yang dikembangkan oleh JMA (*Japan Meteorology Agency*) yang berfungsi mengambil data parameter meteorologi dari citra satelit. Penggunaan software tersebut sebagai penyedia data dukung parameter meteorologi pada citrasatelit untuk menganalisa kejadian alam, baik yang terkait dengan cuaca maupun bencana (Andriyanto, 2011). Citra satelit menjadi salah satu cara yang efektif dalam identifikasi kondisi atmosfer saat terjadinya fenomena hujan lebat. Citra satelit umumnya yang digunakan adalah citra satelit kanal *Infrared* (IR) dan *Visible* (VIS). BMKG menggunakan Satelit Himawari-8 dalam memantau kondisi atmosfer wilayah Indonesia. Penggunaan citra satelit ini diharapkan mampu dalam menganalisis kejadian hujan lebat di Indonesia.

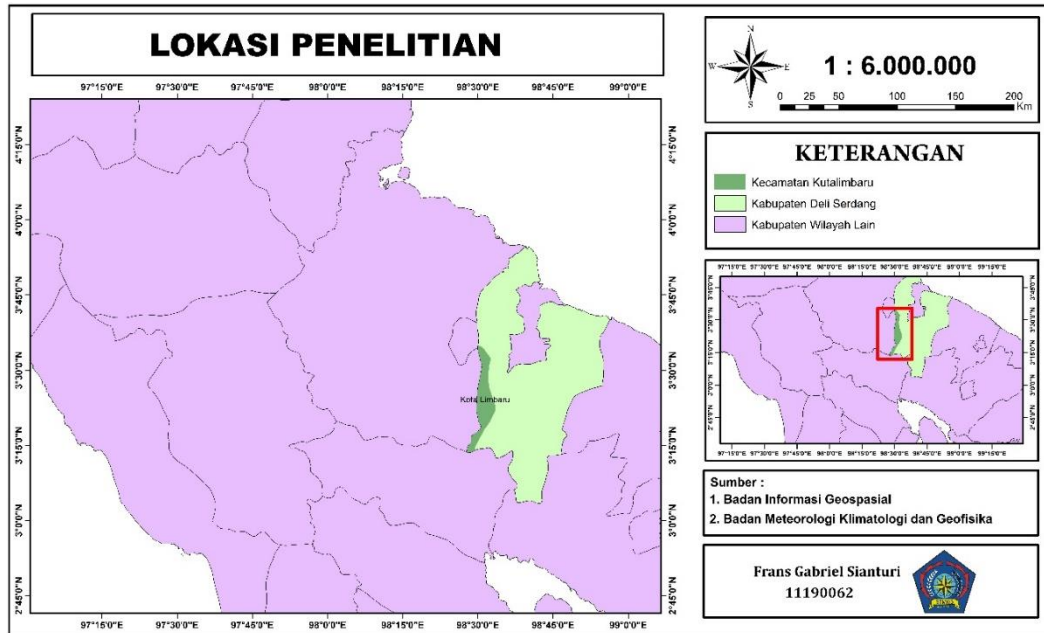
Perhitungan indeks stabilitas dengan menggunakan beberapa parameter termodinamika berguna untuk memprakirakan stabilitas atmosfer (Pepler, 1988). Hujan lebat menjadi salah satu penyebab terjadinya banjir. Di seluruh Indonesia, tercatat 5.590 sungai induk dan 600 diantaranya berpotensi menimbulkan banjir. Daerah rawan banjir dicakup sungai-sungai induk ini mencapai 1,4 juta hektar (BAPPENAS). Berdasarkan BMKG, hujan dikategorikan lebat apabila curah hujan mencapai ≥ 50 mm/hari.

Berdasarkan data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), hujan lebat terjadi di Desa Kuta Limbaru, Kecamatan Kutalimbaru, Deli Serdang, Sumatera Utara pada 26 Juli 2020 yang berdampak meluapnya air Sungai Lau Tuntungan dan mengakibatkan banjir bandang pada pukul 16.00 WIB. Kejadian ini menghanyutkan 9 orang (8 ditemukan dan 1 meninggal dunia). Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kondisi atmosfer saat kejadian hujan lebat di Desa Kuta Limbaru, Kecamatan Kutalimbaru, Deli Serdang, Sumatera Utara dengan memanfaatkan citra dan data reanalisis dari satelit Himawari-8

II. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini yaitu di Desa Kuta Limbaru, Deli Serdang, Sumatera Utara dengan koordinat 3°13'00 LU - 3°35'00 LU dan 98°28'00 BT - 98°34'00 BT (Gambar 1).



Gambar 1. Peta wilayah lokasi penelitian

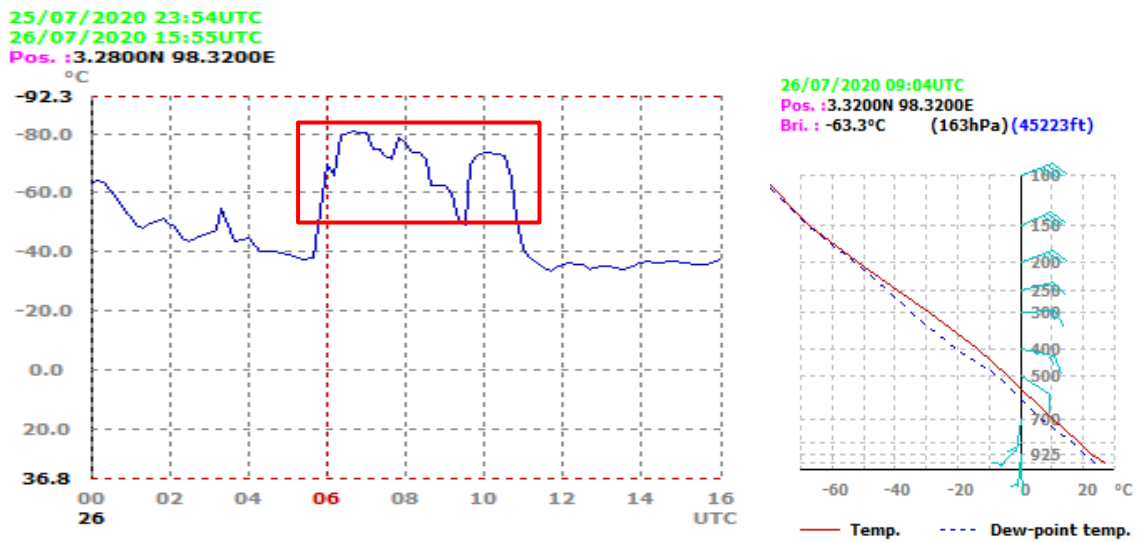
2.2 Data dan Metode

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanggal 26 Juli 2020. Data time series dan stabilitas indeks atmosfer yang meliputi *Showalter Index* (SI), *Lifted Index* (LI), *K Index* (KI), *Totals Totals Index* (TTI), *Severe Weather Threat Index* (SWEAT), *Convective Available Potential Energy* (CAPE), dan *Convective Inhibition Energy* (CIN) diperoleh dari Satelit Himawari-8 kemudian diolah menggunakan software SATAID (*Satellite Animation and Interactive Diagnosis*) yang selanjutnya disajikan dalam bentuk grafik dan tabel. Data suhu puncak awan, streamline angin, dan vortisitas diperoleh dari Satelit Himawari-8 yang kemudian diolah menggunakan software GRADS (*Grid Analysis and Display System*). Metode penelitian yang digunakan adalah perbandingan data dan analisis deskriptif. Data stabilitas indeks atmosfer yang telah diolah digunakan untuk membandingkan nilai indeks saat kejadian dengan klasifikasi indeks stabilitas udara. Data time series dan suhu puncak awan yang telah diolah digunakan untuk mengamati kondisi keadaan awan sebelum, saat dan sesudah kejadian lokasi penelitian. Data streamline angin yang telah diolah digunakan untuk mengetahui arah dan kecepatan pergerakan massa udara saat kejadian. Data vortisitas yang telah diolah digunakan untuk mengetahui aliran fluida angin saat kejadian hujan lebat.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Time Series

Gambar 2 merupakan time series tanggal 26 Juli 2020 di desa Kuta Limbaru, Deli Serdang, Sumatera Utara. Banjir yang terjadi di Desa Kuta Limbaru terjadi pada pukul 09.00 UTC (16.00 WIB). Dari grafik kemunculan awan konvektif dimulai pada pukul 05.50 UTC ditandai dengan suhu awan kurang dari sama dengan -50°C (223 K). Selanjutnya awan konvektif mengalami penurunan suhu hingga mencapai puncaknya -80°C (193 K) pukul 07.00 UTC. Kemudian awan konvektif mulai mengalami peningkatan suhu pukul 11.00 UTC dan setelahnya mengalami pergerakan suhu yang cenderung stabil.



Gambar 2. Time series suhu puncak awan tanggal 26 Juli 2020 di Kuta Limbaru, Deli Serdang, Sumatera Utara.

3.2 Analisis Stabilitas Indeks

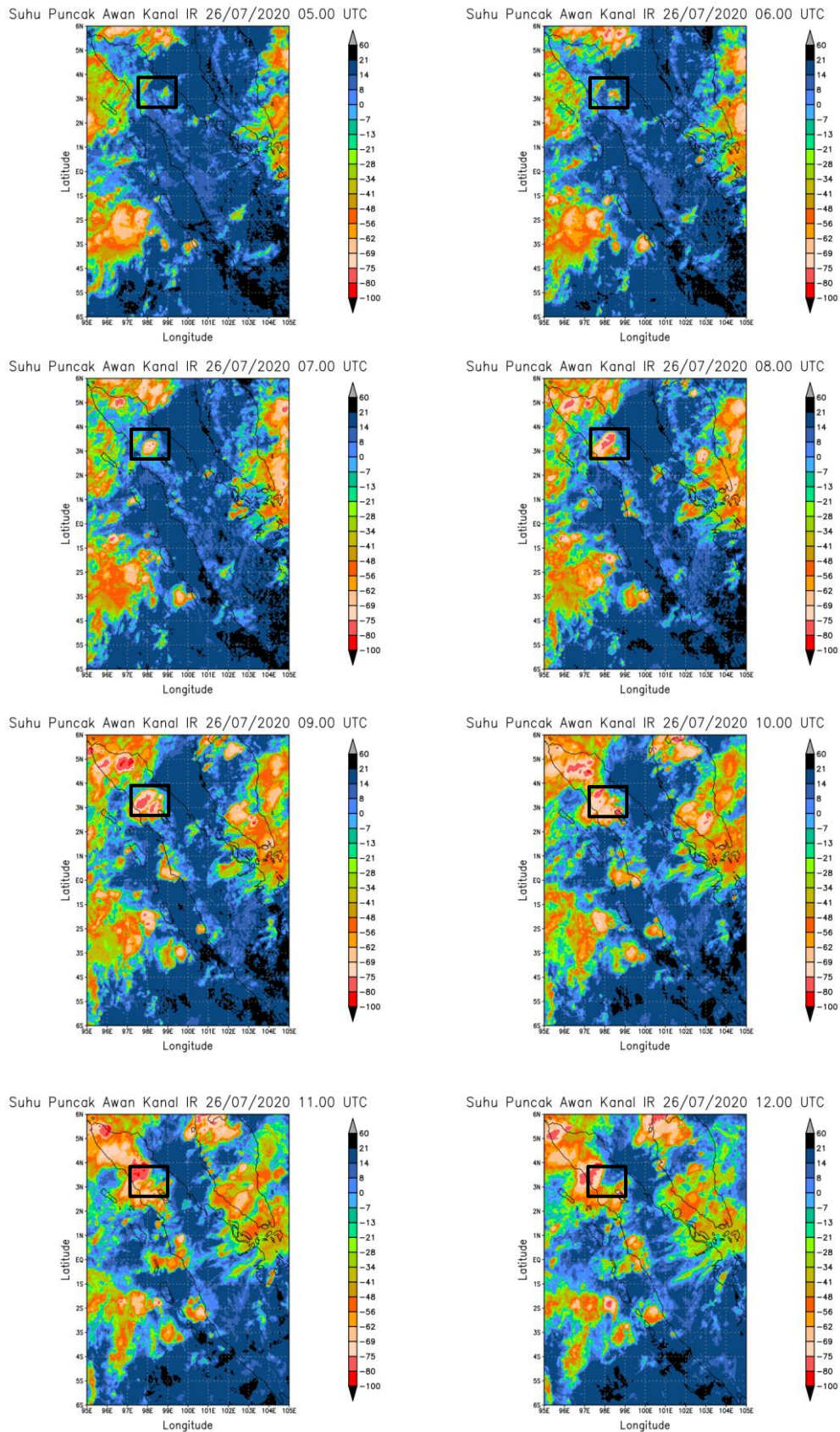
Tabel 1. Indeks stabilitas 3 jam sebelum kejadian, saat kejadian, dan 3 jam setelah kejadian banjir di Desa Kuta Limbaru tanggal 26 Juli 2020.

Indeks	JAM (UTC)		
	06.00	09.00	12.00
SSI	-1,0°C	-0,7°C	-0,4°C
LI	-3,0°C	-2,7°C	-2,1°C
KI	36,3°C	35,9°C	35,6°C
TTI	44,3°C	43,9°C	43,4°C
SWEAT	124	119	132

CAPE	1158 J/kg	794 J/kg	424 J/kg
CIN	39 J/kg	32 J/kg	27 J/kg

Tabel diatas merupakan indeks stabilitas 3 jam sebelum kejadian, saat kejadian, dan 3 jam setelah kejadian banjir yang melanda Desa Kuta Limbaru tanggal 26 Juli 2020. Berdasarkan tabel tersebut nilai Showalter Index (SSI) secara berurut dari pukul 06.00, 09.00, dan 12.00 UTC adalah $-1,0^{\circ}\text{C}$, $-0,7^{\circ}\text{C}$, dan $-0,4^{\circ}\text{C}$. Nilai SSI berada pada kategori -3°C s/d 0°C yang berarti memiliki potensi kemungkinan terjadinya badai. Lifted Index (LI) secara berurut bernilai $-3,0^{\circ}\text{C}$, $-2,7^{\circ}\text{C}$, dan $-2,1^{\circ}\text{C}$. Nilai LI ini berada pada kategori -2°C s/d 6°C yang berarti menunjukkan atmosfer yang labil dan kemungkinan terjadinya badai. K Index (KI) secara berurut bernilai $36,3^{\circ}\text{C}$, $35,9^{\circ}\text{C}$, dan $35,6^{\circ}\text{C}$. Nilai KI ini berada pada kategori 26°C s/d 39°C yang berarti memiliki potensi konvektif sedang. Total Totals Index (TT) secara berurut bernilai $44,3^{\circ}\text{C}$, $43,9^{\circ}\text{C}$, dan $43,4^{\circ}\text{C}$. Nilai TT ini berada pada kategori 44°C s/d 50°C yang berarti memiliki potensi konvektif kuat dan terjadinya petir. Severe Weather Threat Index (SWEAT) secara berurut bernilai 124, 119, dan 132. Nilai SWEAT ini mengindikasikan terjadinya potensi cuaca buruk yang sangat lemah. Convective Available Potential Energy (CAPE) secara berurut bernilai 1158 J/kg, 794 J/kg, dan 424 J/kg yang berarti memiliki potensi energi rendah. Convective Inhibition Energy (CIN) secara berurut bernilai 39 J/kg, 32 J/kg, dan 27 J/kg yang berarti memiliki potensi konvektif hambatan rendah.

3.3 Analisis Suhu Puncak Awan



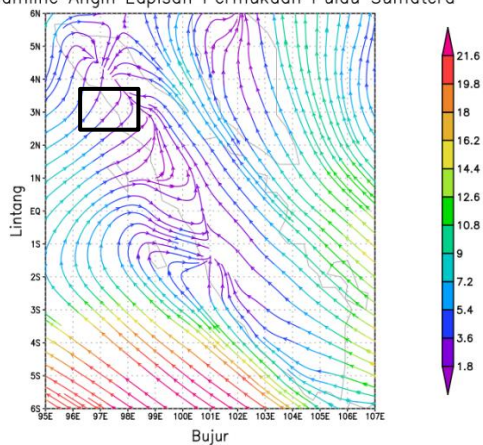
Gambar 3. Suhu puncak awan Pulau Sumatera pukul 05.00 UTC – 12.00 UTC tanggal 26 Juli 2020

Gambar 3 merupakan peta suhu puncak awan Pulau Sumatera waktu 05.00 UTC sampai 13.00 UTC yang diolah melalui software GRADS. Dari gambar tersebut dapat diamati bahwa pukul 05.00 UTC belum terdeteksi adanya pertumbuhan awan konvektif dengan suhu awan berkisar 0 hingga 14° C. Pukul 06.00 UTC dapat diamati munculnya awan konvektif dengan suhu awan berkisar -34 hingga -56° C yang berpotensi membentuk awan Cumulonimbus (Cb). Pertumbuhan awan ini berlangsung hingga pukul 08.00 UTC dan mencapai fase pematangannya pada pukul 09.00 UTC dengan suhu awan Cumulonimbus (Cb) berkisar -56 hingga -80°C. Pukul 10.00 UTC hingga 12.00 UTC awan mengalami peluruhan/disipasi dengan suhu awan secara bertahap mengalami peningkatan.

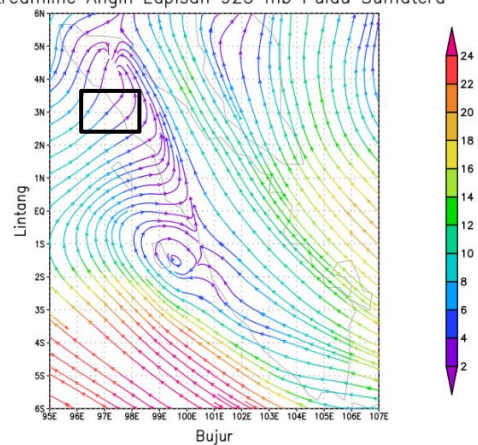
3.4 Analisis Streamline Angin dan Vortisitas

Berdasarkan streamline angin saat terjadi kejadian yakni pukul 16.00 WIB dengan pengolahan menggunakan software GRADS dapat diamati bahwa terjadi pertemuan dua massa udara dari arah Barat Daya dan Tenggara di lapisan 1000 mb (permukaan) dan 925 mb dengan kecepatan angin 2 m/s sampai dengan 10 m/s. Pada lapisan 850 mb di wilayah lokasi kejadian pergerakan massa udara cenderung dari arah Barat Daya menuju Utara dengan kecepatan angin berkisar 4,8 m/s sampai dengan 6,8 m/s. Sementara pada lapisan 700 mb di wilayah lokasi kejadian pergerakan massa udara cenderung dari arah Barat Daya menuju Barat Laut dengan kecepatan angin berkisar 3 m/s sampai dengan 6 m/s. Ini menunjukkan di wilayah tersebut terjadi pergerakan massa udara yang cukup kuat dan membentuk fenomena shearline. Fenomena ini membuat pengumpulan massa udara (konvergensi) sehingga memicu pertumbuhan awan konvektif sebelum kejadian hujan lebat di Desa Kuta Limbaru pukul 16.00 WIB.

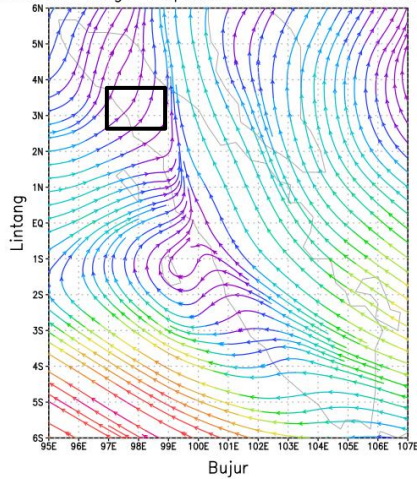
Streamline Angin Lapisan Permukaan Pulau Sumatera



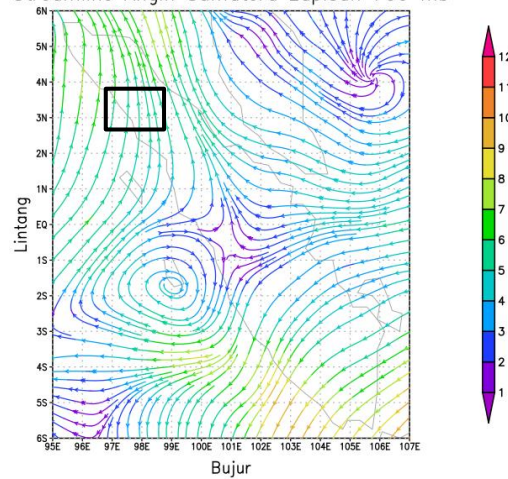
Streamline Angin Lapisan 925 mb Pulau Sumatera



Streamline Angin Lapisan 850 mb Pulau Sumatera



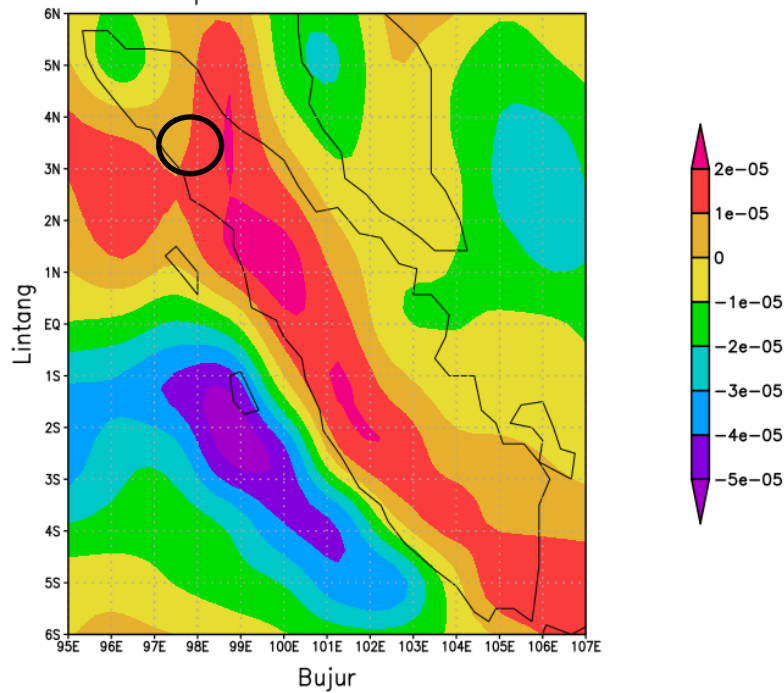
Streamline Angin Sumatera Lapisan 700 mb



Gambar 4. Streamline angin lapisan 1000 mb, 925 mb, 850 mb, dan 700 mb Pulau Sumatera 26 Juli 2020

Selain itu, pada Gambar 5 merupakan vortisitas lapisan 850 mb di Pulau Sumatera. Di lapisan ini aliran atau sirkulasi fluida dalam bentuk angin memiliki pengaruh terhadap cuaca di lapisan bawahnya. Di lokasi kejadian nilai vortisitas sebesar 0,00001 sampai dengan 0,00002. Di wilayah Lintang Utara, vortisitas yang bernilai positif ini menunjukkan bahwa adanya pergerakan massa udara yang dominan membentuk sirkulasi siklonik sehingga menyebabkan konvergensi di wilayah Desa Kuta limbaru. Akibatnya terjadi pembentukan awan-awan konvektif. Hal ini mengindikasikan bahwa saat kejadian hujan lebat terjadi konvergensi di wilayah Desa Kuta Limbaru.

Vortisitas Lapisan 850 mb Pulau Sumatera



Gambar 5. Vortisitas lapisan 850 mb Pulau Sumatera 26 Juli 2020

V. KESIMPULAN

Hujan lebat yang terjadi di Desa Kuta Limbaru, Kecamatan Kutalimbaru, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara disebabkan oleh adanya pertemuan massa udara yang membentuk awan-awan konvektif Cumulus (Cu) menjadi awan Cumulonimbus (Cb). Hasil dari time series dapat diamati bahwa pertumbuhan hingga peluruhan awan Cumulonimbus (Cb) dimulai sejak pukul 06.00 UTC (13.00 WIB) hingga 10.30 UTC (17.30 WIB). Berdasarkan klasifikasi indeks stabilitas atmosfer, keadaan atmosfer di Desa Kuta Limbaru tidak stabil (unstable)/labil sehingga mempermudah dalam pembentukan awan-awan konvektif. Streamline angin dan vortisitas di Desa Kuta Limbaru juga menjadi alasan yang kuat bahwa terjadi konvergensi di wilayah tersebut.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Andriyanto, R. (2011). *Modul Diklat Teknis Meteorologi Publik Interpretasi Citra Satelit*. Jakarta: Pusat Meteorologi Publik, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Hariadi, T. E. (2010). Telaah Profil Divergensi Dan Vortisitas Luaran GCM CSIRO-9 Serta Hubungannya Dengan Curah Hujan. *Jurnal LAPAN*.
- Hidayah, Q. A. (2019). Identifikasi Karakteristik Awan Penyebab Hujan Lebat Pada Musim Kemarau dan Musim Hujan di Jambi. *Prosiding Seminar Nasional Geotik*, (p. 186).
- Nurrohman, F., Bayong T. (2016). Kajian Indeks Stabilitas Atmosfer Terhadap Kejadian Hujan Di Wilayah Makassar (Studi Kasus Bulan Desember 2013 - 2014). *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Vol. 03, No. 02*, 18.
- Peppler, R. (1988). *A Review of Static Stability Indices and Related Thermodynamic Parameters*. Illinois: Illinois Department of Energy and Natural Resources.
- Seto, T. H. (2000). Mengapa Hanya Sedikit Awan Konvektif Yang Tumbuh di Atas Daerah Bandung Pada Periode 10 Desember 1999 s.d 04 Januari 2000? *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca, Vol 1, No. 1*, Hal 61-62.
- Tjasyono, H. (2004). *Klimatologi*. Bandung: ITB.
- Zakir, A. Sulistya, W., Khotimah, dan Mia, K. (2010). *Perspektif Operasional Cuaca Tropis*. Jakarta: BMKG.