

**KONDISI DINAMIKA ATMOSFER SAAT HUJAN LEBAT DI
KALIMANTAN SELATAN (PERIODE 12 – 17 JANUARI 2021)**
*ATMOSPHERIC DYNAMIC CONDITION DURING HEAVY
RAINFALL IN SOUTH KALIMANTAN (PERIOD 12 – 17
JANUARY 2021)*

**Harun Arrashid¹, Dedi Sucahyono^{2,*}, Yosafat D. Haryanto³, dan
Latifah N. Qomariyatzamzami⁴**

^{1,2,3,4}) Program Studi Meteorologi STMKG, Jalan Perhubungan I No.5, Tangerang Selatan, 15221

*Email: dedi.sucahyono@stmkg.ac.id

ABSTRAK

Hujan lebat yang terjadi di Kalimantan Selatan tanggal 12 – 17 Januari 2021 mengakibatkan banjir di beberapa kabupaten/kota. Banjarmasin tercatat ditanggal 12 – 17 Januari 2021 terjadi 4 hari hujan dengan intensitas curah hujan yang lebat dan jumlah total curah hujan sebesar 524 mm. Jumlah rata-rata curah hujan bulan Januari di wilayah Kalimantan Selatan adalah sebesar 394 mm. Jumlah curah hujan yang terjadi pada tanggal 12 – 17 Januari 2021 tersebut menunjukkan bahwa curah hujan tergolong bersifat ekstrem (sangat lebat). Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui gangguan cuaca yang mempengaruhi kondisi dinamika atmosfer saat hujan lebat tersebut terjadi ditinjau dari gangguan cuaca skala global, regional, serta lokal. Penelitian ini menggunakan data-data yang meliputi data pengamatan udara permukaan dan pengamatan udara atas, data model European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), serta citra satelit Himawari-8 kanal IR dan WV. Hasil yang diperoleh menyatakan bahwa gangguan cuaca skala regional dan lokal merupakan faktor yang dominan dalam mempengaruhi kondisi atmosfer hingga menyebabkan pertumbuhan awan-awan konvektif yang signifikan. Aktifnya La Nina sebagai gangguan cuaca skala global dapat menambah potensi pembentukan awan konvektif penghasil hujan. Faktor gangguan cuaca skala regional yaitu adanya konvergensi dan shearline dapat memicu pembentukan awan Cumulonimbus di wilayah Kalimantan Selatan, hal ini didukung oleh hasil tampilan citra satelit berupa suhu puncak awan mencapai -70°C hingga -80°C . Pada skala lokal, vortisitas negatif sebesar $-1 \times 10^{-5}/\text{s}$ hingga $-5 \times 10^{-5}/\text{s}$, divergensi negatif sebesar $-1 \times 10^{-5}/\text{s}$ hingga $-4 \times 10^{-5}/\text{s}$, serta kelembaban relatif yang sangat jenuh berkisar 90 - 100% mengindikasikan labilnya atmosfer yang mendukung pertumbuhan awan konvektif penyebab hujan lebat terjadi.

Kata kunci: Hujan Lebat, Dinamika Atmosfer, Awan Konvektif

1. Pendahuluan

Cuaca merupakan peristiwa atmosfer yang mempengaruhi kehidupan manusia, maka manusia selalu berusaha untuk beradaptasi dengan kondisi cuaca yang terjadi. Hujan merupakan kondisi cuaca yang terkadang menjadi masalah bagi kehidupan manusia. Indonesia merupakan negara tropis yang

terletak di ekuator, yang terdiri dari wilayah lautan dan daratan dengan luas lautan yang lebih besar dari pada daratannya. Selain itu, Indonesia yang termasuk dalam wilayah ekuatorial adalah daerah yang menerima surplus energi panas disemua musim [1]. Wilayah Indonesia dengan luas lautan yang besar dan surplus energi panas, memiliki uap air dan kelembapan

yang tinggi sehingga mudah membentuk awan-awan konvektif penyebab terjadinya hujan lebat. Kejadian hujan lebat dengan curah hujan tinggi yang berasal dari proses konvektif dapat berdampak pada terjadinya banjir di beberapa wilayah Indonesia [2]. Hujan lebat merupakan salah satu fenomena cuaca hasil interaksi berbagai proses fisis di atmosfer [3].

Kriteria hujan lebat di wilayah Indonesia adalah curah hujan yang terukur dengan intensitas 10-20 mm/jam atau 50-100 mm/hari [4]. Fenomena hujan lebat yang terjadi di Wilayah Kalimantan Selatan tanggal 13 hingga 16 Januari 2021 memiliki curah hujan yang ekstrem terukur dalam pengamatan curah hujan di Stasiun Meteorologi Syamsudin Noor Banjarmasin. Hujan lebat yang terjadi di Wilayah Kalimantan Selatan, menyebabkan banjir yang terjadi setelah hujan lebat mengguyur wilayah tersebut. Hujan lebat di wilayah Kalimantan Selatan tersebut terjadi pada saat periode monsun Asia atau pada saat wilayah Kalimantan Selatan berada dalam periode musim hujan. Selain disebabkan oleh pengaruh dari monsun Asia, curah hujan lebat yang terjadi di wilayah Kalimantan Selatan tersebut tentunya juga dipengaruhi oleh beberapa gangguan cuaca lainnya yang dapat mendukung terjadinya pertumbuhan awan konvektif. Gangguan cuaca yang ditinjau meliputi gangguan cuaca dalam skala global, regional dan lokal. Gangguan cuaca skala global antara lain adanya pergerakan suplai uap air dari Pasifik Timur ke Pasifik Barat atau yang disebut juga dengan La-Nina. Gangguan cuaca skala regional antara lain pempunan angin (*konvergensi*) atau belokan angin (*shearline*), dan gangguan medan tekanan. Gangguan cuaca skala lokal

yang penting untuk ditinjau yaitu kondisi stabilitas atmosfer.

Wilayah Penelitian dilakukan pada Provinsi Kalimantan Selatan dengan studi kasus bulan Januari yang merupakan bulan basah Kalimantan Selatan sebagai wilayah berpola hujan monsun. Studi kasus yang dilakukan ini cukup menarik dikarenakan total jumlah curah hujan yang terukur pada tanggal 12 - 17 Januari 2021 di Stasiun Meteorologi Syamsudin Noor Banjarmasin adalah sebesar 524 mm, sedangkan rata-rata jumlah curah hujan normal pada bulan Januari adalah 394 millimeter (mm). Jumlah curah hujan bulanan yang terjadi pada bulan Januari 2021 pada Stasiun Meteorologi Syamsudin Noor Banjarmasin tersebut tercatat sebesar 928.7 mm atau mencapai dua kali lipat dari rata-rata jumlah curah hujan normalnya. Oleh sebab itu, sangat penting untuk dilakukan analisis terkait faktor meteorologi yang mempengaruhi meningkatnya curah hujan yang terjadi di wilayah Kalimantan Selatan pada bulan Januari 2021, terkhusus pada tanggal 12 – 17 Januari 2021.

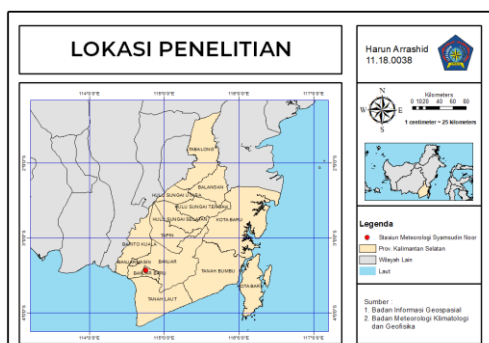
Daerah tropis termasuk Indonesia mempunyai peranan penting dalam mengendalikan sirkulasi atmosfer global [5]. Di Indonesia terdapat pertumbuhan awan yang intensif serta kejadian curah hujan yang cukup tinggi. Proses dinamika atmosfer dan pembentukan awan di atas benua maritim Indonesia sangat kompleks dan unik [6]. Fenomena cuaca yang terjadi dipengaruhi oleh beberapa faktor meteorologi yang berdasarkan skala meteorologi terbagi menjadi skala global, sinoptik dan skala lokal [7]. Pada skala global, dampak La Nina mengakibatkan jumlah curah hujan tahunan di beberapa wilayah Indonesia meningkat sekitar 50 mm dari curah hujan rata-rata normal, dimana saat

bulan Desember, Januari dan Februari curah hujan meningkat sangat nyata [8]. Gangguan cuaca skala sinoptik dapat diidentifikasi dengan melakukan analisis peta streamline, dan juga kelembaban. Pola *streamline* dan kelembaban memberikan informasi keadaan tiap lapisan atmosfer. Apabila kondisi atmosfer suatu daerah basah maka akan mendukung pembentukan awan daerah tersebut [9].

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Wilayah penelitian yang dipilih penulis adalah wilayah Kalimantan Selatan yang diwakili oleh Stasiun Meteorologi Syamsudin Noor. Letak geografis wilayah Kalimantan Selatan yaitu terletak antara 1°21' 49" hingga 4°10'14" LS dan 114°19' 13" hingga 116° 33' 28" BT dengan luas wilayah keseluruhan 37.377,53 km² serta mempunyai kemiringan tanah 0 - 2 %. Waktu penelitian yaitu pada tanggal 12 hingga 17 Januari 2021 yang merupakan waktu sebelum kejadian, saat kejadian, dan sesudah kejadian hujan lebat. Pada Gambar 2.1 merupakan peta lokasi penelitian di wilayah Kalimantan Selatan.



Gambar 2.1. Peta lokasi penelitian Kalimantan Selatan.

2.2. Data Penelitian

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Data pengamatan udara permukaan (curah hujan, suhu, kelembaban) dari Stasiun Meteorologi Syamsudin Noor pada bulan Januari 2021.
2. Data pengamatan udara atas Stasiun Meteorologi Syamsudin Noor tanggal 12 hingga 17 Januari 2021 jam 00 UTC dan 12 UTC yang diperoleh dari *University of Wyoming*.
3. Data citra kanal IR dan WV satelit Himawari-8 pada tanggal 12 hingga 17 Januari 2021 yang diperoleh dari Sub bidang Citra Satelit BMKG.
4. Data reanalysis ECMWF per jam khusus wilayah Kalimantan Selatan dalam bentuk data netcdf file (*.nc) tanggal 12 hingga 17 Januari 2021 yang diperoleh dari laman *Climate Reanalysis, Copernicus Era 5 ECMWF*.
5. Data peta *Mean Sea Level Pressure* (MSLP), indeks Nino 3.4 dan indeks SOI bulan Januari 2021 dari BoM Australia.

2.3. Alat Penelitian

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini yaitu

1. Laptop dengan merek Hp dengan spesifikasi sebagai berikut:
Operating System : Windows 7 Ultimate 64 bit
Processor : Intel® Core™ i5 CPU M430 @2.27 GHZ 2.27 GHZ
Memory : 4.00 GB
Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini yaitu
2. Microsoft Excel 2007 digunakan untuk membuat tabel dan grafik dari intensitas curah hujan dan unsur cuaca permukaan lainnya saat kejadian hujan lebat tanggal 12 hingga 17 Januari 2021.
3. RAOB versi 5.7 digunakan dalam mengolah data radiosonde dari Stasiun Meteorologi Syamsudin Noor untuk menampilkan hasil

pengamatan udara atas berupa indeks stabilitas di wilayah Kalimantan Selatan tanggal 12 hingga 17 Januari 2021.

4. Aplikasi *Satellite Animation and Interactive Diagnosis* (SATAID) digunakan untuk mengolah data citra satelit dan melihat kondisi awan yang terjadi serta parameter lain yang mendukung adanya pertumbuhan awan konvektif di wilayah Kalimantan Selatan tanggal 12 hingga 17 Januari 2021.
5. Aplikasi *Grid Analysis and Display System* (GrADS) yang digunakan untuk mengolah dan menampilkan data reanalysis ECMWF dalam bentuk data netcdf file (*.nc). Data (*.nc) tersebut kemudian diolah melalui perintah-perintah script yang terdapat dalam perangkat lunak GrADS untuk menghasilkan tampilan berupa grafik, peta maupun gambar dalam melakukan kajian skala lokal pada sehari sebelum kejadian, saat kejadian, dan sehari setelah kejadian hujan lebat di wilayah Kalimantan Selatan tanggal 12 hingga 17 Januari 2021.

2.4. Teknik Pengolahan Data

Langkah – langkah dalam pengolahan data untuk penelitian ini antara lain:

1. Mengolah data pengamatan permukaan dari Stasiun Meteorologi Syamsudin Noor berupa data curah hujan, suhu, dan kelembaban pada tanggal 12-17 Januari 2021 menggunakan aplikasi Microsoft Excel 2007 berupa tabel dan grafik.
2. Mengolah data radiosonde pengamatan cuaca udara atas berupa sandi TTAA dan TTBB menggunakan aplikasi RAOB 5.7 untuk mengetahui nilai dari indeks labilitas atmosfer secara vertikal

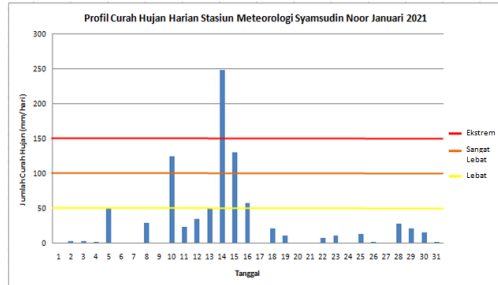
sehingga dapat diketahui keadaan dinamika atmosfer pada sebelum kejadian, saat kejadian, dan sesudah kejadian hujan lebat yang terjadi di wilayah Kalimantan Selatan dan ditampilkan dalam bentuk tabel.

3. Mengolah data citra satelit Himawari-8 menggunakan aplikasi SATAID dengan klasifikasi kanal *Infra Red* (IR) untuk melihat suhu puncak awan saat kejadian hujan lebat, dan kanal *Water Vapour* (WV) untuk mengetahui kondisi kelembaban udara yang memiliki potensi pembentukan awan konvektif di wilayah Kalimantan Selatan tanggal 12-17 Januari 2021 yang ditampilkan dalam bentuk gambar.
4. Mengolah data reanalysis ECMWF menggunakan aplikasi *Grid Analysis and Display System* (GrADS) dengan menggunakan script untuk masing-masing parameter, seperti komponen angin u-v untuk melihat gangguan cuaca seperti *shearline*, konvergensi, ataupun adanya sirkulasi angin eddy. Gerak belokan angin (*shearline*) untuk melihat gerak massa udara yang dapat berpotensi menghasilkan awan konvektif. Pengolahan data setiap parameter dilakukan di lapisan 925 mb, 850 mb, dan 500 mb dengan periode waktu sehari sebelum kejadian, saat kejadian, dan setelah kejadian dan sebaran *sea surface temperature* untuk melihat pergerakan skala global yaitu La-Nina yang sedang aktif pada wilayah penelitian di sekitar Kalimantan Selatan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Data Observasi

3.1.1. Curah Hujan



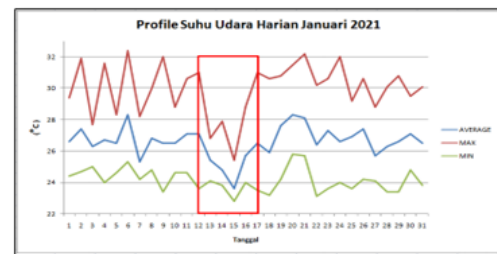
Gambar 3.1. Grafik intensitas curah hujan harian Januari 2021 di Stasiun Meteorologi Syamsudin Noor, Banjarmasin

Gambar 3.1 merupakan grafik jumlah curah hujan harian bulan Januari 2021 di Stasiun Meteorologi Syamsudin Noor Banjarmasin. Berdasarkan hasil pengukuran, pada bulan Januari 2021 jumlah curah hujan kumulatif di Stasiun Meteorologi Syamsudin Noor adalah sebesar 928,7 mm dengan hari hujan berjumlah 26 hari. Normal rata-rata jumlah curah hujan (30 tahunan) pada bulan Januari di Stasiun Meteorologi Syamsudin Noor Banjarmasin yaitu sebesar 394 mm. Secara rinci, Pada dasarian II dimana hujan lebat terjadi di wilayah Kalimantan Selatan total curah hujan terukur sebesar 556,9 mm, jumlah hari hujan lebat sebanyak 4 hari berturut-turut dari tanggal 13 – 16 Januari dengan curah hujan masing-masing sebesar 51 mm, 249 mm, 131 mm, dan 58 mm. Curah hujan tertinggi dalam 1 hari tercatat di bulan Januari 2021 sebesar 249,0 mm ditanggal 14 Januari 2021. Sangat jelas bahwa dibandingkan dengan rata-rata normalnya, jumlah curah hujan pada bulan Januari 2021 tergolong bersifat atas normal.

3.1.2. Suhu Udara

Profil suhu udara harian pada bulan Januari 2021 di Stasiun Meteorologi

Syamsudin Noor Banjarmasin dapat dilihat pada Gambar 3.2. Suhu udara rata-rata harian bulan Januari 2021 berkisar antara 23,6 – 28,3°C, suhu udara maksimum harian berkisar antara 25,4 – 32,4°C, dan suhu udara minimum harian berkisar antara 22,8 – 25,8°C. Suhu udara maksimum tertinggi terjadi pada tanggal 6 Januari 2021 yaitu sebesar 32,4°C. Sedangkan suhu minimum terendah sebesar 22,8°C yang terjadi pada tanggal 15 Januari 2021. Untuk suhu rata-rata tertinggi terjadi pada tanggal 20 Januari 2021 yaitu sebesar 28,3°C.



Gambar 3.2. Profil suhu udara harian Januari 2021 di Stasiun Meteorologi Syamsudin Noor, Banjarmasin

Dapat dilihat juga dari Gambar 3.2 dimana daerah yang termasuk dalam kotak merah secara umum menunjukkan suhu udara yang cenderung menurun disaat kejadian hujan lebat di Kalimantan Selatan 12 – 17 Januari 2021. Suhu udara yang menurun pada tanggal 12 – 17 Januari 2021 tersebut mengindikasikan bahwa telah terjadi hujan di sekitar wilayah Kalimantan Selatan yang membuat suhu udara sekitar wilayah tersebut menjadi lebih dingin.

3.1.3. Kelembaban Udara

Berdasarkan pada Gambar 3.3, profil kelembaban harian bulan Januari 2021 di Stasiun Meteorologi Syamsudin Noor Banjarmasin dapat dilihat bahwa kelembaban udara rata-rata harian bulan Januari 2021 berkisar antara 79-97 %. Kelembaban

maksimum harian berkisar antara 92-99 %, dan kelembaban udara minimum harian berkisar antara 59-95%. Kelembaban minimum terendah terjadi pada tanggal 21 Januari 2021 dengan nilai kelembaban 59 %, sedangkan kelembaban maksimum tertinggi terjadi pada tanggal 10, 15, dan 16 Januari 2021 dengan nilai kelembaban mencapai 99 %. Untuk kelembaban rata-rata harian tertinggi terjadi pada tanggal 15 Januari 2021 mencapai 97 %.



Gambar 3.3. Profil kelembaban udara harian Januari 2021 Stasiun Meteorologi Syamsudin Noor, Banjarmasin.

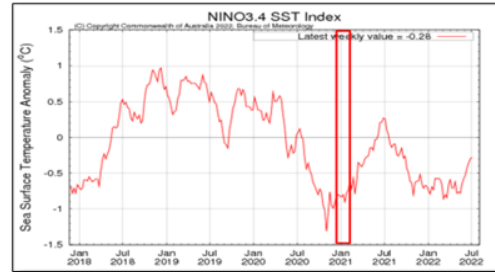
Dari grafik pada Gambar 3.3 tersebut juga dapat kita lihat bahwa daerah yang termasuk dalam kotak merah yaitu pada tanggal 12 – 17 Januari 2021 saat terjadinya hujan lebat di Kalimantan Selatan menunjukkan persentase kelembaban yang sangat tinggi, cenderung lebih tinggi dari hari-hari lainnya. Kelembaban yang lebih tinggi pada tanggal 12 – 17 Januari 2021 menandakan tingginya konsentrasi uap air yang ada di atmosfer, hal ini dapat mendukung proses pertumbuhan awan-awan konvektif yang dapat mengakibatkan hujan tersebut.

3.2. Kajian Skala Global

3.2.1. SOI dan SST Nino 3.4

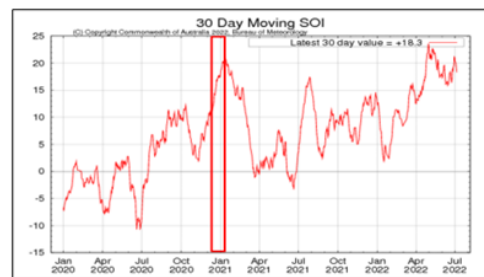
Berdasarkan Gambar 3.4 merupakan perkembangan dinamika atmosfer terhadap anomali suhu muka laut di Samudera Pasifik Ekuator bagian tengah secara umum diukur oleh indeks Nino 3.4, pada bulan

Januari 2021 indeks Nino3.4 bernilai sebesar antara $-0,90^{\circ}\text{C}$ s.d $-0,83^{\circ}\text{C}$ yang ditandai oleh kotak merah pada grafik tersebut.



Gambar 3.4. Grafik indeks Nino 3.4.

Gambar 3.4 menunjukkan indeks Nino 3.4 yang menggambarkan kondisi anomali suhu lebih dingin dari normalnya, dan menandakan bahwa pada bulan Januari 2021 aktivitas ENSO berada pada fase La Nina yang termasuk dalam kategori sedang. Secara umum kondisi ENSO dalam fase La Nina akan meningkatkan curah hujan di wilayah Indonesia, serta membuat musim hujan terjadi lebih lama. Berikutnya Gambar 3.5 yang menampilkan indeks SOI pada bulan November hingga Januari 2021.



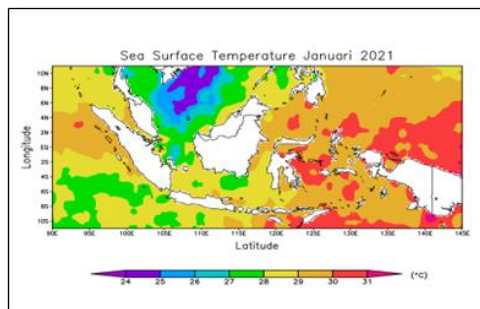
Gambar 3.5. Grafik indeks SOI.

Gambar 3.5 yang merupakan indeks SOI, dapat dilihat dari gambar nilai SOI berturut-turut pada bulan November sebesar (+9,2), Desember sebesar (+16,9), serta kondisi pada bulan Januari 2021 saat kejadian hujan lebat di Kalimantan Selatan adalah sebesar (+16,5) mengindikasikan bahwa osilasi selatan sekarang berada pada kondisi

La Nina yang berkontribusi terhadap peningkatan hujan di wilayah Indonesia termasuk di wilayah Kalimantan Selatan.

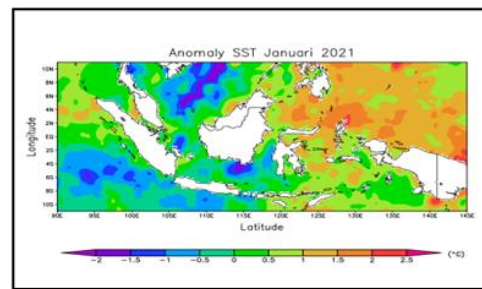
3.2.2. Suhu Muka Laut

Pada Gambar 3.6 menunjukkan di wilayah Kalimantan Selatan sendiri suhu muka laut disekitar pesisir menunjukkan nilai sebesar 27°C hingga 29°C . Suhu muka laut yang hangat ini berpotensi menyebabkan peningkatan penguapan dan dapat menghasilkan banyak uap air di atmosfer. Uap air yang dihasilkan dari penguapan tersebut merupakan sumber utama bagi pembentukan awan-awan konvektif di wilayah Indonesia, terkhusus di sekitar wilayah Kalimantan Selatan yang dapat berdampak hujan lebat.



Gambar 3.6. Rata-rata suhu muka laut bulan Januari 2021.

Gambar 3.7 Anomali suhu muka laut di wilayah Indonesia bagian Timur seperti di sekitar Laut Maluku, Laut Seram, Laut Halmahera, Laut Banda, Laut Arafura, dan perairan Selatan Nusa Tenggara umumnya bernilai positif. Terkhusus wilayah pesisir Kalimantan Selatan anomali suhu muka laut terukur bernilai $-1,0^{\circ}\text{C}$ hingga $0,5^{\circ}\text{C}$. Anomali positif suhu muka laut atau di atas normal ini memberikan dampak terhadap bertambahnya uap air di wilayah Indonesia. Kondisi ini berpotensi meningkatkan intensitas curah hujan di wilayah tersebut.



Gambar 3.7. Rata-rata anomali suhu muka laut bulan Januari 2021.

3.3. Kajian Skala Regional

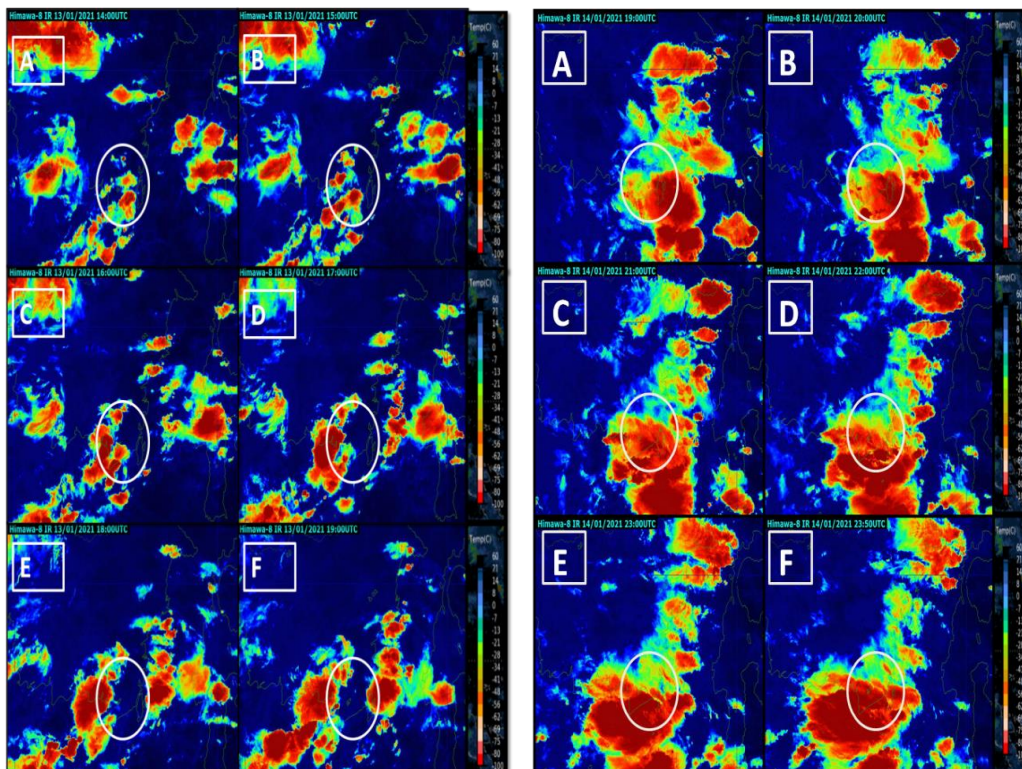
3.3.1. Medan Angin

Berdasarkan Tabel 3.1 analisa medan angin dari skala regional, menunjukkan bahwa dari pola angin (*streamline*) di lapisan 925 mb, 850 mb dan 500 mb pada tanggal 12 – 17 Januari 2021 terdapat adanya gangguan cuaca berupa konvergensi, sirkulasi angin eddy, dan pola belokan angin (*shearline*) di sekitar wilayah Kalimantan Selatan. Gangguan cuaca tersebut merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya hujan lebat di wilayah Kalimantan Selatan. Daerah belokan angin (*shearline*), sirkulasi eddy dan juga pertemuan massa udara (konvergensi) tersebut menyebabkan kondisi atmosfer yang tidak stabil diatas wilayah Kalimantan Selatan terutama pada tanggal 13-16 Januari 2021 saat kejadian hujan lebat terjadi. Ketidakstabilan kondisi atmosfer di wilayah Kalimantan Selatan tersebut dapat mengindikasikan proses pertumbuhan awan-awan konvektif penyebab hujan seperti awan *Cumulonimbus* [10].

Tabel 3.1. Resume kondisi *streamline* lapisan 925 mb, 850 mb, 500 mb 12-17 Januari 2021.

| Tanggal | Jam UTC | Lapisan | | | Justifikasi |
|-----------------|---------|------------------|------------------|------------------|--|
| | | 925 mb | 850 mb | 500 mb | |
| 12 Januari 2021 | 00 | <i>Shearline</i> | <i>Shearline</i> | <i>Shearline</i> | Tumbuhnya awan – awan konvektif di wilayah tersebut |
| | 12 | <i>Shearline</i> | Konvergensi | <i>Shearline</i> | |
| 13 Januari 2021 | 00 | Konvergensi | <i>Shearline</i> | <i>Shearline</i> | Kemungkinan tumbuhnya awan <i>Cumulonimbus</i> Berpotensi tumbuhnya awan konvektif (<i>Cumulonimbus</i>) dikarenakan adanya penumpukan massa udara |
| | 12 | Konvergensi | <i>Shearline</i> | Konvergensi | |
| 14 Januari 2021 | 00 | Konvergensi | <i>Shearline</i> | <i>Shearline</i> | Berpotensi tumbuhnya awan konvektif (<i>Cumulonimbus</i>) dikarenakan adanya penumpukan massa udara |
| | 12 | Konvergensi | <i>Shearline</i> | Angin eddy | |
| 15 Januari 2021 | 00 | Konvergensi | <i>Shearline</i> | Angin eddy | Berpotensi tumbuhnya awan konvektif (<i>Cumulonimbus</i>) dikarenakan adanya penumpukan massa udara |
| | 12 | <i>Shearline</i> | <i>Shearline</i> | <i>Shearline</i> | |
| 16 Januari 2021 | 00 | Konvergensi | <i>Shearline</i> | <i>Shearline</i> | Kemungkinan tumbuhnya awan <i>Cumulonimbus</i> |
| | 12 | <i>Shearline</i> | <i>Shearline</i> | Konvergensi | |
| 17 Januari 2021 | 00 | <i>Shearline</i> | <i>Shearline</i> | <i>Shearline</i> | Berpotensi tumbuhnya awan konvektif |
| | 12 | <i>Shearline</i> | <i>Shearline</i> | <i>Shearline</i> | |

3.3.2. Citra Satelit Himawari 8



Gambar 3.8. Citra satelit kanal IR 12 - 14 Januari 2021.

Gambar 3.8 merupakan hasil pengolahan citra satelit Himawari-8 dari kanal IR dan WV menunjukkan bahwa terdapat pergerakan awan konvektif pada kejadian hujan lebat di Kalimantan Selatan tanggal 12 – 17 Januari 2021. Pada tanggal 13 Januari 2021 terlihat adanya kumpulan awan meliputi wilayah Kalimantan Selatan yang umumnya merupakan awan-awan konvektif jenis *Cumulonimbus*. Awan *Cumulonimbus* ini ditandai dengan suhu puncak awan yang mencapai -70°C hingga -80°C pada jam 09.00 UTC sampai jam 23.00 UTC. Kemudian pada tanggal 14 Januari 2021 terdapat pertumbuhan awan konvektif pada jam 17.00 UTC hingga jam 22.00 UTC yang ditandai dengan penurunan suhu puncak awan secara signifikan dengan suhu puncak awan berkisar antara -50°C hingga -75°C . Suhu puncak awan yang mengalami penurunan secara signifikan tersebut mengindikasikan adanya pertumbuhan awan-awan konvektif penyebab terjadinya hujan lebat. Hal ini diperkuat oleh penelitian yang menyatakan suhu puncak awan di wilayah Perairan Kuala Tanjung yang mencapai -70°C hingga -80°C sudah memenuhi bahkan melebihi kriteria sebagai awan hujan. Semakin dingin suhu puncak awan, maka pertumbuhan awan konvektif semakin besar dan potensi adanya awan *Cumulonimbus* pun semakin besar.

3.4. Kajian Skala Lokal

3.4.1. Indeks Stabilitas

Nilai indeks labilitas atmosfer selama periode penelitian (12 – 17 Januari 2021) disajikan dalam Tabel 3.2. Berdasarkan Tabel 3.2 nilai indeks labilitas pada tanggal 12 – 17 Januari 2021 di wilayah Kalimantan Selatan secara umum mendukung terjadinya kejadian hujan lebat, hal ini dipengaruhi oleh kondisi atmosfer di atas wilayah Kalimantan Selatan yang cenderung labil terutama disaat terjadinya hujan lebat yaitu tanggal 13 – 16 Januari 2021. Dari pengamatan udara atas, diperoleh nilai Showalter Index (SI) sebesar $-0,7^{\circ}\text{C}$ ditanggal 13 Januari 2021 yang menunjukkan kemungkinan terjadi *thunderstorms*. Nilai Lifted Index (LI) sebesar $-2,9^{\circ}\text{C}$ ditanggal 13 Januari 2021 yang menunjukkan bahwa udara labil dan kemungkinan terjadi *thunderstorms*. Nilai K-index (KI) sebesar $38,5^{\circ}\text{C}$ ditanggal 13 Januari 2021 yang mengindikasikan terjadi proses konvektif sedang, dan kemungkinan terjadinya *thunderstorm*. Serta nilai CAPE yang mencapai 1379 J/Kg ditanggal 13 Januari 2021 mengindikasikan bahwa terjadi konvektif sedang. Hal ini diperkuat oleh penelitian yang mengatakan bahwa kondisi stabilitas atmosfer melemah atau menguat sangat berpengaruh terhadap sebaran curah hujan di Indonesia secara spasial. Bulan Januari merupakan bulan dengan nilai KI, SI, LI, dan TT paling kuat diikuti dengan sebaran curah hujan bulanan yang tinggi. Kondisi ini disebabkan karena pada bulan Januari terjadi monsoon Asia di Indonesia [11].

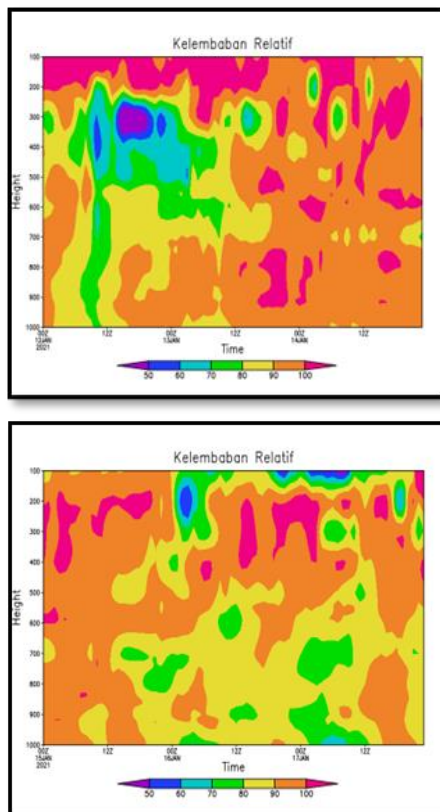
Tabel 3.2. Nilai indeks labilitas atmosfer 12- 17 Januari 2021.

| Tanggal | Jam (UTC) | Indeks Stabilitas | | | | CAPE (J/kg) | Potensi |
|-----------------|--------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|----------------|---------|
| | | LI (°C) | KI (°C) | SI (°C) | TT (°C) | | |
| 12 Januari 2021 | 00 | - | - | - | - | 297 (7) | - |
| | 12 | -2,4 (2) | 32,5 (3) | 0,1 (4) | 42,8 (6) | 26 (7) | (9) |
| 13 Januari 2021 | 00 | -2,3 (2) | 37,5 (3) | 0,8 (4) | 41,6 (6) | 1204 (8) | (10) |
| | 12 | -2,9 (2) | 38,5 (3) | -0,7 (5) | 43,1 (6) | 1379 (8) | (10) |
| 14 Januari 2021 | 00 | - | - | - | - | 240 (7) | - |
| | 12 | -1,4 (1) | 32 (3) | 1,7 (4) | 39,6 (6) | 64 (7) | (9) |
| 15 Januari 2021 | 00 | - | - | - | - | - | - |
| | 12 | -1,3 (1) | 33,3 (3) | 0,9 (4) | 41,7 (6) | 258 (7) | (9) |
| 16 Januari 2021 | 00 | -0,6 (1) | 31 (3) | 1,2 (4) | 42,5 (6) | 46 (7) | (9) |
| | 12 | -1,7 (1) | 32,6 (3) | 1,6 (4) | 41,5 (6) | 374 (7) | (9) |
| 17 Januari 2021 | 00 | -2,1 (2) | 30,1 (3) | 1,8 (4) | 41,4 (6) | 559 (7) | (9) |
| | 12 | -2,3 (2) | 33,7 (3) | 0,4 (4) | 42,3 (6) | 1058 (8) | (10) |

Keterangan tabel:

- (1) Kemungkinan terjadi Ts
- (2) Kemungkinan Ts kuat terjadi
- (3) Berpotensi konvektif sedang
- (4) Kemungkinan hujan lebat terjadi
- (5) Kemungkinan badai guntur terjadi
- (6) Konvektif lemah
- (7) Sedikit labil
- (8) Labil sedang
- (9) Atmosfer labil, adanya potensi hujan lebat
- (10) Adanya konvektif cukup kuat, potensi hujan lebat

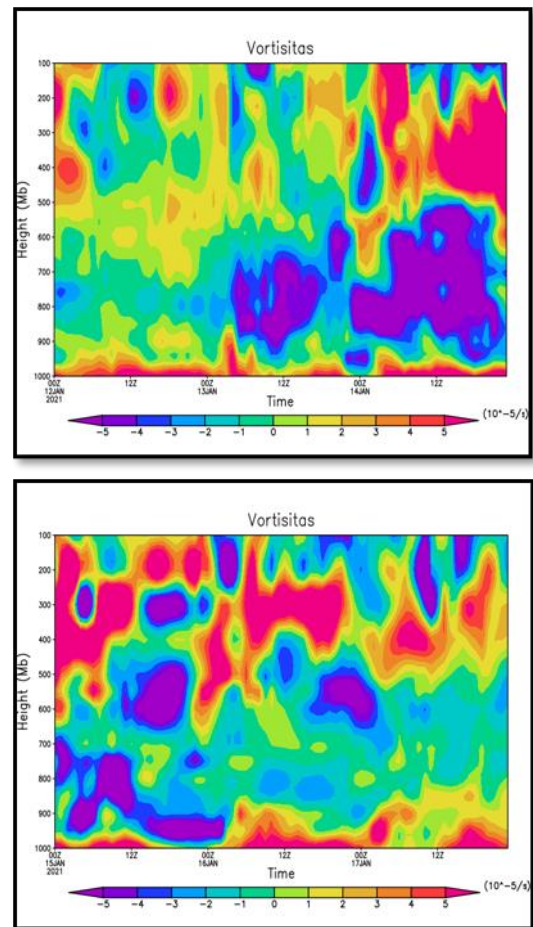
3.4.2. Kelembaban Relatif



Gambar 3.9. Kelembaban relatif tanggal 12-14 Januari 2021 (atas), 15-17 Januari 2021 (bawah).

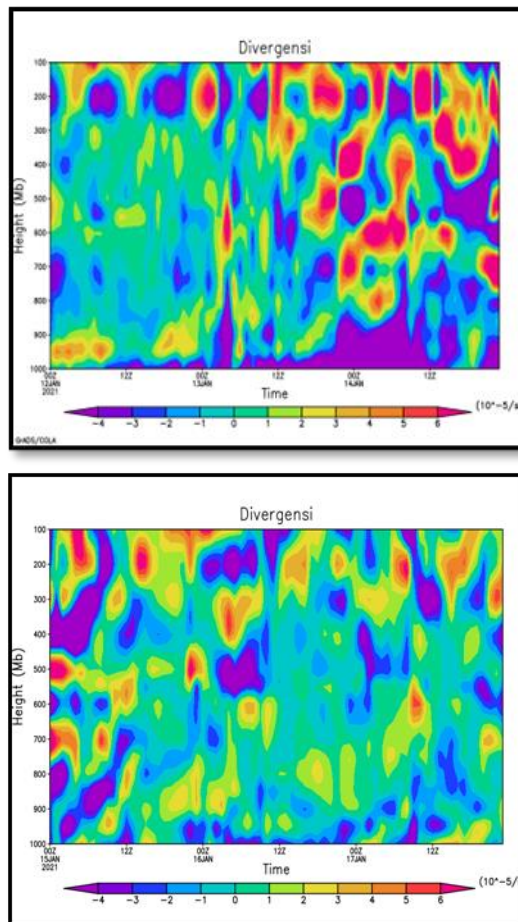
Analisa kelembaban relatif saat kejadian hujan lebat di wilayah Kalimantan Selatan tanggal 12-17 Januari 2021 berkisar antara 70 % - 100 % di lapisan bawah hingga ke lapisan atas seperti yang dapat kita lihat pada Gambar 3.9 diatas. Pada saat kejadian hujan lebat tanggal 13-16 Januari 2021 kelembaban udara di wilayah Kalimantan Selatan relatif lebih tinggi daripada sehari sebelum kejadian hujan lebat atau sehari sesudah kejadian hujan lebat disemua lapisannya, mengindikasikan kondisi udara yang sangat jenuh dan mendukung pertumbuhan awan konvektif penyebab terjadinya hujan lebat.

3.4.3. Vertikal Divergensi dan Vortisitas



Gambar 3.10. Vortisitas tanggal 12-14 Januari 2021 (atas), 15-17 Januari 2021 (bawah).

Pada Gambar 3.10 analisa vortisitas relatif saat kejadian hujan lebat di wilayah Kalimantan Selatan tanggal 13-16 Januari 2021 terlihat bahwa pada umumnya vortisitas bernilai negatif pada lapisan 1000 mb hingga lapisan 800 mb, sedangkan lapisan 700 mb hingga lapisan atas umumnya vortisitas bernilai positif. Menurut penelitian mengatakan bahwa nilai vortisitas negatif di belahan bumi selatan berarti bahwa ada kecenderungan massa udara membentuk sirkulasi siklonik, sehingga dapat memicu terbentuknya awan-awan konvektif [12].



Gambar 3.11. Divergensi tanggal 12-14 Januari 2021 (atas), 15 - 17 Januari 2021 (bawah).

Selanjutnya Gambar 3.11 menampilkan hasil analisa profil divergensi yang juga mengindikasikan hujan lebat yang terjadi pada tanggal 12–17 Januari 2021 di wilayah Kalimantan Selatan dengan secara umum bernilai negatif. Profil divergensi yang secara umum bernilai negatif disemua lapisan atmosfer terutama ditanggal saat kejadian hujan lebat Kalimantan Selatan yaitu 13–16 Januari 2021, mengindikasikan terjadinya penumpukan massa udara (konvergensi) sehingga udara bergerak keatas dan memicu terjadinya pertumbuhan awan konvektif. Hal ini didukung oleh penelitian yang menyatakan pada nilai divergensi negatif mengindikasikan bahwa ada

kecenderungan massa udara untuk mengumpul atau konvergen, sehingga konvergen di permukaan dapat memicu terbentuknya awan-awan konvektif [12].

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa gangguan cuaca skala regional dan lokal merupakan faktor yang dominan dalam mempengaruhi kondisi atmosfer hingga menyebabkan pertumbuhan awan-awan konvektif yang signifikan di wilayah Kalimantan Selatan. Aktifnya La Nina sebagai gangguan cuaca skala global dapat menambah potensi pembentukan awan konvektif penghasil hujan. Faktor gangguan cuaca skala regional yaitu adanya konvergensi dan *shearline* dapat memicu pembentukan awan *Cumulonimbus* di wilayah Kalimantan Selatan, hal ini didukung oleh hasil tampilan citra satelit berupa suhu puncak awan mencapai -70°C hingga -80°C . Pada skala lokal, vortisitas negatif sebesar $-1 \times 10^{-5}/\text{s}$ hingga $-5 \times 10^{-5}/\text{s}$, divergensi negatif sebesar $-1 \times 10^{-5}/\text{s}$ hingga $-4 \times 10^{-5}/\text{s}$, serta kelembaban relatif yang sangat jenuh berkisar 90 - 100% mengindikasikan labilnya atmosfer yang mendukung pertumbuhan awan konvektif penyebab hujan lebat terjadi.

Daftar Pustaka

- [1] Tjasyono, B., Juaeni, I., dan Harijono, S.W.B. (2007). Proses Meteorologis Bencana Banjir di Indonesia. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*. 8(2):64-78.
- [2] Tjasyono, B. (2007). Variasi Iklim Musiman dan Non Musiman di Indonesia, *Prosiding Lokakarya Meteorologi Geofisika dan Klimatologi untuk Media dan Pengguna Jasa*, Jakarta :

- BMKG.
- [3] Winarso, P.A. (2011). *Modul Analisa Cuaca I*, Akademi Meteorologi dan Geofisika, Tangerang Selatan.
- [4] BMKG.(2010). *Peraturan Kepala BMKG tentang Prosedur Standar Operasional Pelaksanaan Peringatan Dini, Pelaporan, Dan Diseminasi Informasi Cuaca Ekstrim*, Jakarta, Kep. 009 Tahun 2010.
- [5] Endarwin. (2012). Analisa Objektif Terhadap Kejadian Cuaca Ekstrim di Indonesia Memanfaatkan Data Satelit Cuaca, *Prosiding Workshop Cuaca Ekstrim*, Vol. I No. 19. Hal. 1-3.
- [6] Tjasyono, B. H. K., dan Harijono, S.W.(2013). *Atmosfer Ekuatorial*, Puslitbang Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jakarta.
- [7] Zakir, A., Sulistya, W., Khotimah, M.K.(2010). *Perspektif Operasional Cuaca Tropis*, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jakarta.
- [8] Effendy, S.(2001). *Urgensi Prediksi Cuaca Dan Iklim Di Bursa Komoditas Unggulan Pertanian*, Makalah Falsafah Sains Program Pasca Sarjana/S3. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [9] Wirjohamidjojo, S., dan Swarinoto, Y. S.(2013). *Meteorologi Sinoptik Analisa dan Penaksiran Hasil Analisis Cuaca Sinoptik*, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jakarta.
- [10] Fitriyawita, M., Jumarang, M. I., Apriansyah, Sulistya, W., dan Saepudin, M.(2020). Hubungan Pola Garis Arus Angin (Streamline) dengan Distribusi Hujan di Kalimantan Barat, *Prisma Fisika 2020*, Vol. 08, No, 02, Hal. 135-146
- [11] Fibriantika, E., dan Mayangwulan, D. (2020). Analisis Spasial Indeks Labilitas Udara Di Indonesia, *Jurnal Sains & Modifikasi Cuaca*, Vol. 21, No. 1, Hal. 1-12.
- [12] Ismail, P., dan Munandar, M. A.(2017). Analisis Kondisi Atmosfer pada Fenomena Hujan Sangat Lebat di Jakarta (Studi Kasus 21 Februari 2017), *Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya 2017*, Ha. 196-202.