

**IDENTIFIKASI LETUSAN DEBU VULKANIK GUNUNG  
MARAPI DENGAN CITRA SATELIT HIMAWARI-9 ( STUDI  
KASUS 03 - 05 DESEMBER 2023)  
IDENTIFICATION OF VOLCANIC ASH ERUPTION OF  
MOUNT MARAPI USING HIMAWARI-9 SATELLITE  
IMAGENERY (STUDY CASES 3-5 DECEMBER 2023)**

**Lesly Cheenris Kadiwaru<sup>1</sup> Yahya Darmawan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Meteorologi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika,  
Tangerang

<sup>2</sup>Program Studi Meteorologi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika,  
Tangerang

<sup>3</sup>[nawanangpapua20@gmail.com](mailto:nawanangpapua20@gmail.com)

**ABSTRAK**

Debu vulkanik merupakan bahan material vulkanik yang disemburkan ke udara saat terjadi suatu letusan gunung berapi yang bisa terdiri dari batuan yang berukuran besar hingga berukuran halus. Indonesia mempunyai 3 lempeng tektonik yang aktif yakni lempeng Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik sehingga mengakibatkan munculnya zona subduksi (pertemuan dua lempeng) hal tersebut yang membuat Indonesia mempunyai banyak gunung berapi yang aktif, Gunung Marapi adalah salah satu dari 129 gunung yang aktif di Indonesia hingga saat ini, Gunung Marapi mempunyai Ketinggian 2.891 meter (9.465,2 kaki). Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Agam dan Kabupaten Tanah Datar untuk menganalisis dampak erupsi Gunung Marapi pada tanggal 03-05 Desember 2023. Metode penelitian menggunakan citra satelit HIMAWARI 9 dan data ECMFW yang diolah dengan GrADS. Hasil visualisasi pada 03 Desember 2023 menunjukkan kesulitan identifikasi erupsi karena tertutup awan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi sebaran debu vulkanik dan trajectory terhadap erupsi gunung marapi tanggal 03 - 05 Desember 2023, dengan pemanfaatan satelit himawari-9 yang di olah di SATAID dengan data dari Filezilla serta menggunakan metode RGB dalam pengolahan hasil visualisasi sebaran debu vulkanik dan trajectory maka hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan Metode RGB menggunakan citra satelit Himawari-9 didapati dengan baik mendeteksi pola spasial sebaran dan trajektori debu vulkanik. Pada 04 Desember, sebaran abu vulkanik masih tertutup awan, namun pada 23.50 UTC terlihat sebaran debu vulkanik ke barat daya. Pada 05 Desember, sebaran abu vulkanik mengarah ke barat daya. Interpretasi trajectory erupsi menunjukkan pergerakan abu vulkanik ke utara, barat daya, selatan, tenggara, dan akhirnya ke timur. Peta streamline pada 05 Desember 2023 pukul 01.00-03.00 UTC memperkuat arah sebaran debu vulkanik. Arah angin pada waktu tersebut mendukung sebaran debu vulkanik ke barat daya dengan kecepatan berkisar antara 1,2-6 knot.

Kata Kunci : Gunung Marapi, Sumatera barat, Rajektori, Debu vulkanik

**ABSTRACT**

Volcanic ash refers to volcanic material ejected into the atmosphere during a volcanic eruption, ranging from large rock fragments to fine particles. Indonesia is located at the convergence of three active tectonic plates: the Eurasian, Indo-Australian, and Pacific plates. This tectonic activity results in subduction zones, making Indonesia home to many active volcanoes. Mount Marapi is one of 129 active volcanoes in Indonesia, standing at an elevation of 2,891 meters (9,465.2 feet). This study was conducted in Agam and Tanah Datar Regencies to analyze the impact of Mount Marapi's eruption from December 3 to 5, 2023.

*The research utilized HIMAWARI-9 satellite imagery and ECMWF data processed using GrADS. Visualization results from December 3, 2023, indicated difficulty in identifying the eruption due to cloud cover. The study aimed to identify the distribution and trajectory of volcanic ash from the December 3-5, 2023 eruption using HIMAWARI-9 satellite imagery processed in SATAID with data from FileZilla and the RGB method. The results demonstrated that the RGB method effectively detected the spatial distribution and trajectory of volcanic ash.*

*On December 4, volcanic ash distribution was still obscured by clouds; however, at 23:50 UTC, ash was visible spreading southwest. On December 5, the ash distribution continued to move southwest. The trajectory interpretation of the eruption indicated the movement of volcanic ash toward the north, southwest, south, southeast, and finally east. Streamline maps from December 5, 2023, at 01:00–03:00 UTC further supported the direction of volcanic ash distribution. Wind directions during this period facilitated the southwestward spread of volcanic ash at speeds ranging from 1.2 to 6 knots.*

*Keywords: Mount Marapi, West Sumatra, Trajectory, Volcanic Ash*

## 1. Pendahuluan

Erupsi gunung berapi dapat mengeluarkan sejumlah besar bahan padat dan gas ke atmosfer di sekitarnya. Material padat mengendap di atmosfer dekat gunung berapi dan partikel kecil (ukuran < 15 mikron) dan material gas dapat terangkat ke lapisan udara atas dan ikut terbawa oleh fenomena di atmosfer mencapai jarak yang cukup jauh (NASA, 2003).

Indonesia merupakan negara yang dilalui deretan gunung api. Terdapat 129 gunung api aktif di seluruh Indonesia (Kementerian ESDM, 2013).

Indonesia memiliki lebih dari 500 gunung berapi dengan 129 diantaranya aktif, yang tersebar di pulau Sumatera, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Sulawesi Utara, dan kepulauan Maluku. Geomatika Volume 26 No.2 Mei 2020: 71-82 72 Gunung-gunung ini merupakan sekitar 30% dari sebaran gunung api aktif dunia (Pratomo, 2014).

Menurut catatan dari Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi Indonesia memiliki sekitar 129 gunungapi aktif. Gunungapi aktif di Indonesia terbagi dalam tiga

kelompok berdasarkan sejarah letusannya, yaitu tipe A sebanyak 79 buah, adalah gunung api yang pernah meletus sejak tahun 1600, tipe B sebanyak 29 buah adalah yang diketahui pernah meletus sebelum tahun 1600 serta tipe C sebanyak 21 buah yang merupakan lapangan solfatara dan fumarola (Bemmelen, 1949; van Padang, 1951; Kusumadinata 1979).

Berdasarkan data dari Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi tahun 2011 dan tahun 2012 dalam BPBD (2013), aktivitas vulkanis Gunung Marapi sangat fluktuatif. Aktivitas vulkanis yang terjadi yaitu, gempa vulkanik dalam, gempa vulkanik dangkal dan semburan abu vulkanik. Hal ini mengakibatkan sangat sulitnya memperkirakan variasi aktivitas vulkanis dari gunung ini. Walaupun demikian, status Gunung Marapi masih tergolong waspada (level 2). Aktivitas vulkanis gunung marapi sangat membahayakan bagi warga sekitar gunung marapi, bukan hanya pertanian yang akan terkena dampak tetapi pada sektor penerbangan pun akan sangat berbahaya jika terdapat aktivitas debu vulkanis dari gunung marapi.

Penginderaan jauh seperti citra satelit biasa digunakan untuk mengamati fenomena erupsi gunung berapi serta sebaran abunya menggunakan metode RGB Composite dengan menggabungkan tiga kanal sekaligus yang di-overlay ke dalam warna merah (red), hijau (green), dan biru (blue). Metode RGB menghasilkan informasi dari beberapa kanal yang berbeda sehingga menghasilkan warna tertentu Terdapat beberapa skema yang dapat digunakan dalam pendeteksian abu vulkanik dengan metode RGB seperti yang dikembangkan oleh **BMKG (2011)** dan **Shimizu (2020)**

## 2. Metode Penelitian

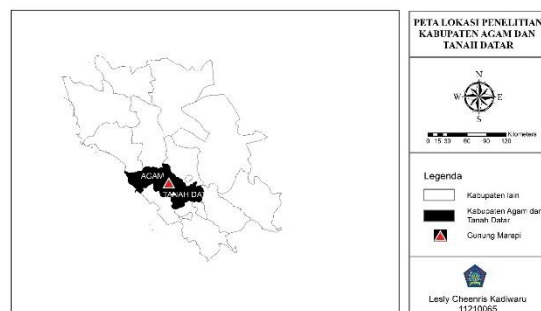
Penelitian mengenai erupsi gunung Merapi ini dilakukan di kabupaten Agam dan Tanah Datar, provinsi Sumatera Barat, Tanah Datar atau Luhak Nan Tuo merupakan salah satu kabupaten di provinsi Sumatera Barat, Indonesia, yang beribu kota Batusangkar. Kabupaten ini memiliki luas wilayah 133.600 Ha (1.336 km<sup>2</sup>) dengan jumlah penduduk 374.431 jiwa pada tahun 2021. Tanah Datar memiliki 14 kecamatan, 75 nagari, dan 395 jorong. Kabupaten ini merupakan daerah agraris, lebih 70% penduduknya bekerja pada sektor pertanian, baik pertanian tanaman pangan, perkebunan, perikanan, maupun peternakan.

Secara geografis, Kabupaten Agam berada pada 000 01' 34" – 000 28' 43" LS dan 990 46' 39" – 1000 32' 50" BT. Kabupaten Agam adalah kawasan perbukitan/pegunungan dan pesisir yang didominasi oleh kawasan lindung dengan basis ekonomi pertanian (perkebunan lahan kering dan hortikultura) namun sekaligus adalah kawasan rawan bencana dengan sebaran potensi bahaya tsunami, abrasi, gerakan

tanah/longsor dan gempa serta letusan gunung berapi.

### 2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak pada dua kabupaten yakni, kabupaten Agam dan kabupaten Tanah Datar, dikarenakan erupsi gunung Marapi berdampak terhadap kedua kabupaten ini sehingga penulis memutuskan untuk menjadikan kedua kabupaten tersebut sebagai penelitian terhadap identifikasi erupsi gunung marapi pada tanggal 03 – 05 Desember 2023.

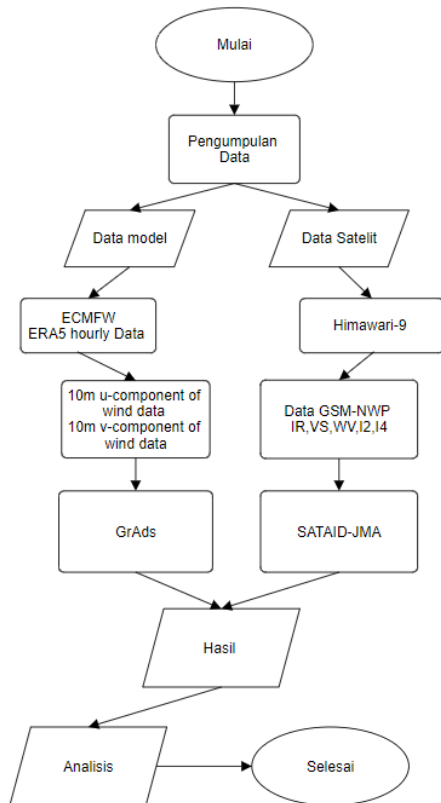


**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian Wilayah Kabupaten Agam dan Tanah Datar.

Pada tanggal 03 - 05 Desember 2023, kedua wilayah tersebut mengalami kejadian cuaca berupa erupsi gunung Marapi pada pukul 14.54 WIB dengan tinggi kolom abu teramati sekitar 3000 meter di atas puncak (5891 m di atas permukaan laut). Dengan tinggi kolom abu teramati sekitar 3000 meter dalam sehari dimana identifikasi erupsi gunung marapi masih perlu dianalisis, berdasarkan kejadian tersebut maka penulis menggunakan data dari FileZilla. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis mendalam terhadap kejadian erupsi gunung marapi tersebut menggunakan citra satelit HIMAWARI 9 dengan data dari tanggal 03 – 05 Desember Jam 07.00-23.00 UTC yang diolah dengan metode RGB pada SATAID. Setelah itu kita akan menggunakan data ECMFW yang diolah menggunakan

GrAds untuk menampilkan peta Streamline pada 850 mb di tanggal 05 Desember 2023 pada pukul 01.00 – 03.00 UTC dan untuk memvalidasi arah sebaran debu vulkanik gunung marapi, provinsi Sumatera utara.

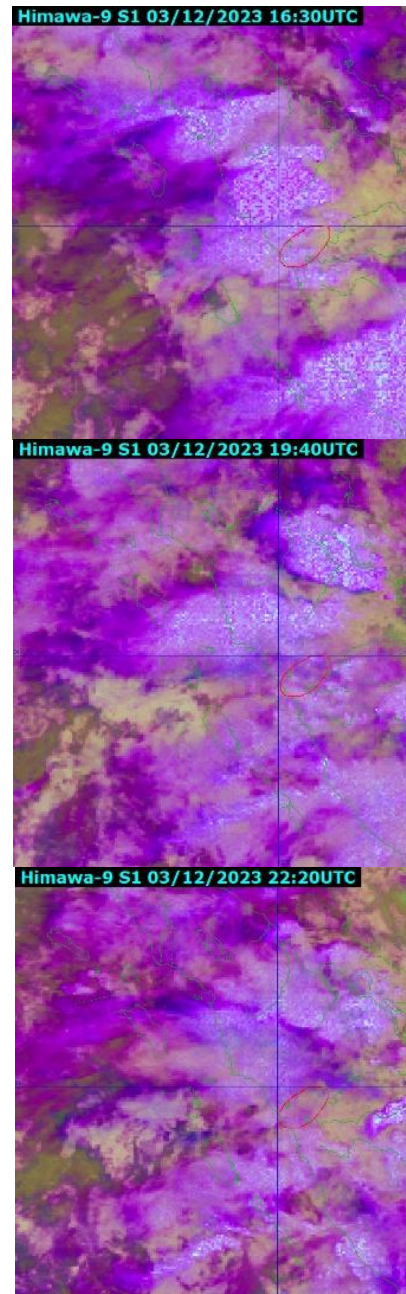
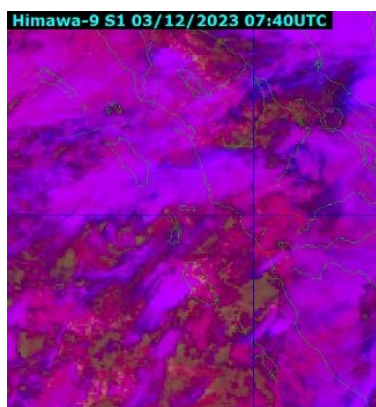
## 2.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

## 3. Hasil dan Pembahasan

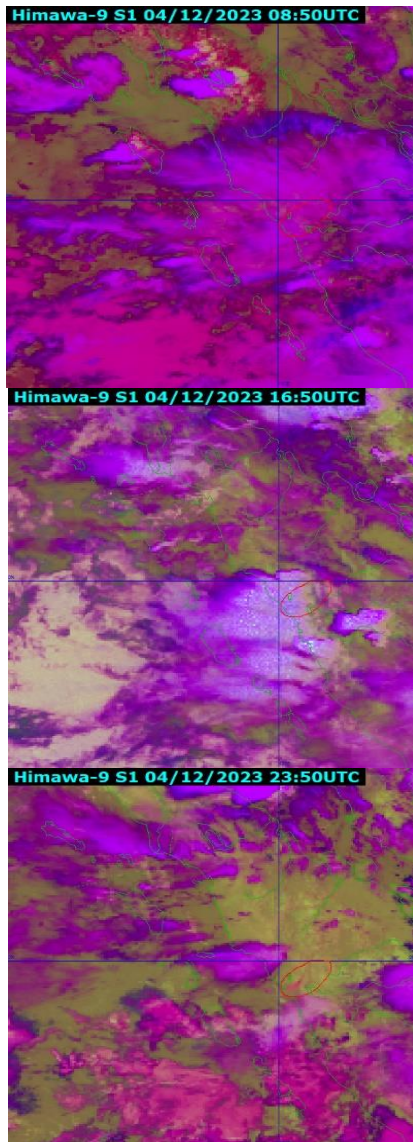
### 3.1 Hasil citra satelit Himawari-9



Gambar 2. Citra himawari 9 pada tanggal 03 Desember 2023

Gambar di atas merupakan hasil visualisasi pada tanggal 03 desember 2023 erupsi Gunung Marapi dimulai pada tanggal 3 Desember 2023. Pada laporan erupsi yang dikutip dari website magma.esdm.go.id, dikatakan bahwa terjadi erupsi Gunung Marapi pada sekitar 14.54 WIB. Akan tetapi pada citra satelit yang diamati tidak terlihat adanya sebaran abu dari erupsi yang terjadi. Hal ini disebabkan lokasi

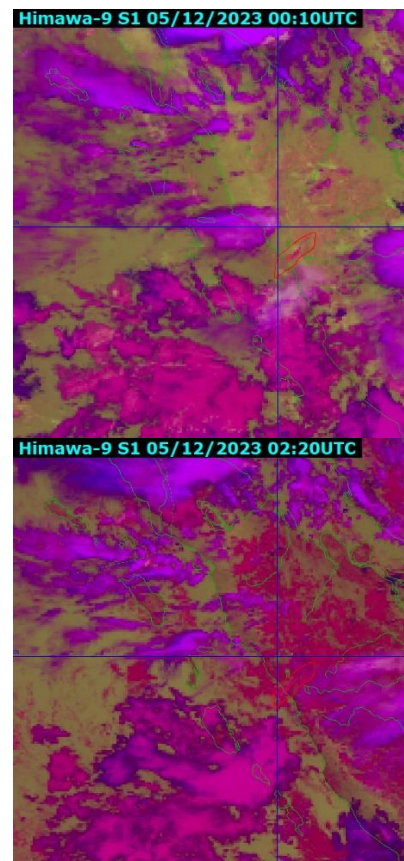
erupsi tertutup oleh awan menengah. Dari citra satelit di atas dengan pengolahan menggunakan metode RGB abu vulkanik (R=Kanal S1, G=Kanal S2, B=Kanal VS) dapat diketahui bahwa trajektori dan sebaran dari abu vulkanik Gunung Marapi masih belum terlihat, kemungkinan penyebab hal ini adalah tebalnya awan yang menutupi daerah Provinsi Sumatera Barat.



**Gambar 3.** Citra Satelit Himawari 9 pada tanggal 04 Desember 2023

Berdasarkan citra satelit Himawari 9, pada tanggal 04 Desember 2023, pukul 08.50 UTC yang diambil dari hari kedua erupsi gunung marapi, bahwa sebaran abu vulkanik masih

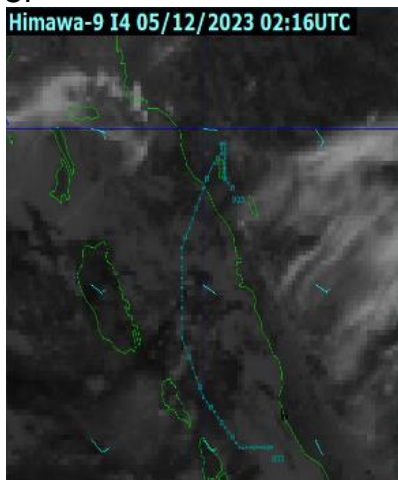
belum terlihat diakibatkan masih tertutupnya oleh awan, pada 16.50 UTC Sebagian awan yang menutupi lokasi penelitian berangsur-angsur mulai menghilang dan pada 23.50 UTC terlihat dengan jelas ada nya sebaran debu vulkanik dari gunung marapi karena pada saat itu terlihat tidak ada tutupan awan yang menghalangi citra satelit. Dilihat dari citra satelit bahwa sebaran abu vulkanik mengarah ke barat daya dengan intensitas debu vulkanik yang berwarna merah ke orange dan sebarannya terlihat mengarah ke pesisir laut terdekat dari Gunung Marapi.



**Gambar 4.** Citra Satelit Himawari 9 pada tanggal 05 Desember 2023

Pada hasil citra satelit diatas yang merupakan erupsi gunung marapi hari ke 3, yakni pada tanggal 05 Desember 2023, pukul 00.10 UTC terlihat dengan jelas sebaran debu vulkanik dari gunung marapi dimana arah sebaran debu vulkanik

mengarah ke barat daya, ke bagian laut terdekat dengan erupsi gunung marapi dan pada 02.20 UTC citra satelit hampir tidak dapat menangkap visualisasi dari titik lokasi penelitian karena adanya tutupan awan. Sebaran abu vulkanik tetap mengikuti arah yang sama dengan hari sebelumnya, seperti terlihat dari citra satelit yang menunjukkan arah sebaran ke barat daya. Hal ini dikarenakan peristiwa erupsi pada tanggal 5 Desember merupakan kelanjutan dari kejadian pada tanggal 4 Desember, dimulai sejak jam 23:00 UTC.



03 0300TC	0.4405	100.230E	9228Pa	303	347	06 0000TC	0.4405	100.040E	8816Pa	304	347	07 0000TC	0.4405	100.000E	8404Pa	306	34
03 0400TC	0.4405	100.200E	9228Pa	303	353	06 0100TC	0.4405	100.000E	8804Pa	304	347	07 0100TC	0.2805	100.120E	8404Pa	306	34
03 0500TC	0.4405	100.240E	9126Pa	303	353	06 0200TC	0.5405	99.900E	8926Pa	304	347	07 0200TC	0.2305	100.160E	8404Pa	306	34
03 0600TC	0.4405	100.240E	9126Pa	304	353	06 0300TC	0.6405	99.920E	8926Pa	304	347	07 0300TC	0.2305	100.200E	8404Pa	306	34
03 0700TC	0.4405	100.240E	9024Pa	304	347	06 0400TC	0.7205	99.880E	8926Pa	304	347	07 0400TC	0.2405	100.240E	8404Pa	306	34
03 0800TC	0.3405	100.240E	9024Pa	304	353	06 0500TC	0.8005	99.840E	8904Pa	305	348	07 0500TC	0.2405	100.280E	8404Pa	306	34
03 0900TC	0.2405	100.240E	8926Pa	304	353	06 0600TC	0.8805	99.800E	8904Pa	305	348	07 0600TC	0.2405	100.320E	8404Pa	306	34
03 1000TC	0.2405	100.240E	8824Pa	304	347	06 0700TC	0.9605	99.760E	8926Pa	305	347	07 0700TC	0.2405	100.360E	8404Pa	306	34
03 1100TC	0.2405	100.240E	8824Pa	304	347	06 0800TC	0.9605	99.760E	8926Pa	305	347	07 0800TC	0.2405	100.400E	8404Pa	306	34
03 1200TC	0.1405	100.240E	8726Pa	304	347	06 0900TC	0.9605	99.760E	8926Pa	305	347	07 0900TC	0.2405	100.440E	8404Pa	306	34
03 1300TC	0.1405	100.240E	8726Pa	304	347	06 1000TC	0.9605	99.760E	8926Pa	305	347	07 1000TC	0.2405	100.480E	8404Pa	306	34
03 1400TC	0.1405	100.240E	8726Pa	305	348	06 1100TC	0.9605	99.760E	8926Pa	305	348	07 1100TC	0.2405	100.520E	8404Pa	306	34
03 1500TC	0.1405	100.200E	8628Pa	305	348	06 1200TC	0.9605	99.760E	8926Pa	305	348	07 1200TC	0.2405	100.560E	8404Pa	306	34
03 1600TC	0.1405	100.200E	8628Pa	305	347	06 1300TC	0.9605	99.760E	8926Pa	305	348	07 1300TC	0.2405	100.600E	8404Pa	306	34
03 1700TC	0.1405	100.200E	8628Pa	305	347	06 1400TC	0.9605	99.760E	8926Pa	305	348	07 1400TC	0.2405	100.640E	8404Pa	306	34
03 1800TC	0.1405	100.200E	8628Pa	305	347	06 1500TC	0.9605	99.760E	8926Pa	305	348	07 1500TC	0.2405	100.680E	8404Pa	306	34
03 1900TC	0.1405	100.200E	8628Pa	305	347	06 1600TC	0.9605	99.760E	8926Pa	305	348	07 1600TC	0.2405	100.720E	8404Pa	306	34
03 2000TC	0.2405	100.160E	8628Pa	305	347	06 1700TC	0.9605	99.760E	8926Pa	305	348	07 1700TC	0.2405	100.760E	8404Pa	306	34
03 2100TC	0.2405	100.120E	8628Pa	305	347	06 1800TC	0.9605	99.760E	8926Pa	305	348	07 1800TC	0.2405	100.800E	8404Pa	306	34
03 2200TC	0.2405	100.080E	8726Pa	304	347	06 1900TC	0.9605	99.760E	8926Pa	305	348	07 1900TC	0.2405	100.840E	8404Pa	306	34
03 2300TC	0.2405	100.040E	8824Pa	304	347	06 2000TC	0.9605	99.760E	8926Pa	305	348	07 2000TC	0.2405	100.880E	8404Pa	306	34
04 0000TC	0.4405	100.040E	8824Pa	304	347	06 2100TC	0.9605	99.760E	8926Pa	305	348	07 2100TC	0.2405	100.920E	8404Pa	306	34

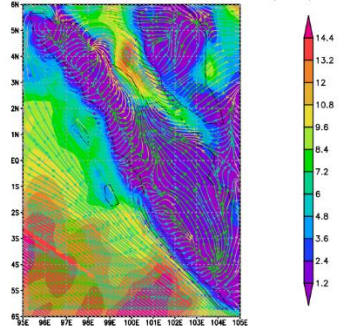
**Gambar 5.** Citra Satelit Himawari 9, Trajektori pada tanggal 05 Desember 2023

Gambar di atas merupakan visualisasi dari interpretasi trajectory erupsi gunung marapi pada tanggal 05 desember 2023, Dimana dapat dilihat bahwa berdasarkan trajectory yang telah terinterpretasikan, terlihat bahwa sebaran abu vulkanik mula-mula bergerak kearah utara lalu

mulai bergerak arah barat daya mulai pukul 11 UTC hingga tanggal 6 Desember pada pukul 01 UTC. Setelah itu abu vulkanik mulai bergerak ke arah selatan pada pukul 02 UTC hingga pukul 21 UTC, dan terus bergerak ke arah tenggara pada pukul 22 UTC dan bergerak ke timur pada pukul 08 UTC di tanggal 7 Desember

**3.2 Peta Streamline**

Peta Streamline 850 Mb 05 Desember 2023 (Knot)

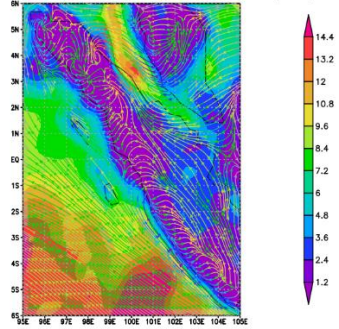


0405/02A

2024-01-16-13:45

**Gambar 6.** pukul 01.00 UTC

Peta Streamline 850 Mb 05 Desember 2023 (Knot)

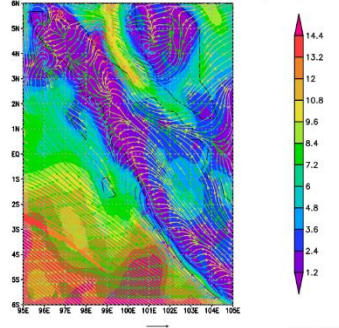


0405/02A

2024-01-16-13:52

**Gambar 7.** pukul 02.00 UTC

Peta Streamline 850 Mb 05 Desember 2023 (Knot)



0405/02A

2024-01-16-13:58

**Gambar 8.** Pukul 03.00 UTC

Gambar di atas merupakan visualisasi peta streamline yang diambil pada pukul 01.00 UTC – 03.00 UTC 05 desember 2023,

Dimana peta streamline ini merupakan garis-garis yang menggambarkan angin dengan arah yang sama sehingga dengan adanya peta streamline ini dapat memperkuat arah dari sebaran abu vulkanik gunung marapi. Dapat dilihat pada pukul 01.00 UTC arah angin bergerak dari utara ke arah barat daya dari pulau Sumatera utara dengan kecepatan angin 1,2 – 3,6 knot, pada pukul 02.00 UTC arah angin bergerak dari tenggara pulau sumatera kearah utara dan berbelok ke arah barat daya dari arah pergerakannya pulau Sumatera barat dengan kecepatan angin 1,2 – 3,6 knot, sehingga dapat dilihat pada lokasi wilayah penelitian pergerakan arah angin sangat mendukung sebaran debu vulkanik yang telah di visualisasikan menggunakan trajektori yang diolah di SATAID. Dan pada pukul 03.00 UTC arah pergerakan angin terlihat sangat mendukung untuk arah sebaran debu vulkanik dimana pergerakan angin dari selatan pulau sumatera menuju utara dengan kecepatan angin 1,2 – 3,6 knot lalu berbelok ke arah barat daya dengan kecepatan angin 3,6 – 6 knot dan dapat dilihat angin berbelok ke arah barat daya dekat dengan laut yang dimana jika diamati pada visualisasi trajektori pada pengolahan hasil dari SATAID terdapat pola yang sama dengan hasil peta streamline pada tanggal 05 Desember 2023 pukul 03.00 UTC.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dapat ditarik kesimpulan bahwa Penelitian yang dilakukan di Kabupaten Agam dan Kabupaten Tanah Datar karena dampak erupsi Gunung Marapi terhadap kedua kabupaten ini. Erupsi terjadi pada tanggal 03-05 Desember 2023, dengan tinggi kolom abu mencapai sekitar 3000 meter di atas puncak gunung. Metode penelitian melibatkan penggunaan citra satelit

HIMAWARI 9 dan data ECMFW yang diolah menggunakan GrADS. Tujuan penelitian adalah melakukan analisis mendalam terhadap erupsi Gunung Marapi dan memvalidasi arah sebaran debu vulkanik. Hasil visualisasi pada tanggal 03 Desember 2023 menunjukkan awan menengah yang menyulitkan identifikasi erupsi dari citra satelit.

1. Pada tanggal 04 Desember, sebaran abu vulkanik masih tertutup awan, namun pada pukul 23.50 UTC terlihat dengan jelas sebaran debu vulkanik ke barat daya. dan sebaran abu vulkanik terlihat Pada tanggal 05 Desember 2023, sebaran abu vulkanik mengarah ke barat daya, terlihat dari citra satelit pada pukul 00.10 UTC dan 02.20 UTC. Perkembangan sebaran abu tetap mengikuti arah yang sama seperti hari sebelumnya, karena merupakan kelanjutan dari erupsi pada tanggal 4 Desember. Interpretasi trajectory erupsi menunjukkan bahwa sebaran abu vulkanik bergerak ke utara, lalu ke barat daya, selatan, tenggara, dan akhirnya ke timur.
2. Peta streamline pada tanggal 05 Desember 2023 pukul 01.00-03.00 UTC memperkuat arah sebaran debu vulkanik. Arah angin pada pukul 01.00-03.00 UTC mendukung sebaran debu vulkanik ke barat daya, dengan kecepatan angin berkisar antara 1,2-6 knot. sehingga hasil ini memberikan gambaran lengkap tentang peristiwa erupsi Gunung Marapi dan dampaknya terhadap wilayah penelitian, dengan dukungan data citra satelit, trajectory, dan peta streamline.

#### REFERENSI

- [1] NASA (National Aeronautics and Space Administration). (2003).

Engine Damage to a NASA DC-8- 72 Airplane From a High-Altitude Encounter with a Diffuse Volcanic Ash Cloud. NASA/TM-2003-212030.

- [2] Pratomo, I. (2014). Klasifikasi gunung api aktif Indonesia, studi kasus dari beberapa letusan gunung api dalam sejarah. Indonesian Journal on Geoscience, 1(4), 209–227. <https://doi.org/10.17014/ijog.vol1.no4.20065>
- [3] Bemmelen, R.W. van, 1949. The geology of Indonesia. Martinus Nijhoff, The Hague, Netherland. <http://www.lapan.go.id>. Diakses pada 2014-02-15
- [4] Kusumadinata, K., 1979. Data Dasar Gunungapi Indonesia. Direktorat Vulkanologi.
- [5] Kementerian ESDM. Pengenalan Gunung Api. <http://www.esdm.go.id>. Diunduh pada tanggal 3 Maret 2013. Var
- [6] BPBD. 2013. Pemantauan dan Penyebarluasan Informasi Potensi Bencana Alam Tahun 2012. Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Tanah Datar, Batungkar.
- [7] Shimizu, A. (2020). Newly proposed RGBs by Himawari-8 and some case studies. Meteorological Satellite Center Technical Note, (65).
- [8] BMKG. (2011). Pedoman Operasional Pengelolaan Citra Satelit Cuaca. Jakarta: Pusat Meteorologi Publik.