

## **Pemanfaatan Citra Satelit Himawari-8 Untuk Deteksi Debu Vulkanik Menggunakan Metode *Volcanic Ash Product* (VOL)-EUMETSAT (Studi Kasus Erupsi Gunung Agung Tanggal 2 Juli 2018)**

### ***Utilization of the Himawari-8 Satellite Image to Detect Volcanic Ash using the Volcanic Ash Product (VOL) Method-EUMETSAT (A Case Study of Mount Agung Eruption on July 2, 2018)***

**Made Dwipayana<sup>1\*)</sup>, Retnadi Heru Jatmiko<sup>2</sup>, dan Muhammad Kamal<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi S2 Penginderaan Jauh, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

<sup>2</sup>Departemen Sains Informasi Geografi, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

\*)E-mail: made.dwipayana12@gmail.com

**Abstrak** - Satelit geostasioner memiliki resolusi temporal tinggi dapat digunakan untuk mendeteksi berbagai fenomena di bumi. Salah satu fenomena yang dapat dideteksi adalah debu vulkanik, dimana debu vulkanik dihasilkan dari erupsi gunung api. Erupsi gunung api dapat terjadi dengan cepat sehingga diperlukan deteksi dini untuk mengetahui debu vulkaniknya. Satelit Himawari-8 merupakan satelit yang dikembangkan oleh JAXA (Jepang) memiliki 16 saluran dengan resolusi temporal 10 menit hingga 0,5 menit pada area-area tertentu. Citra satelit Himawari-8 telah digunakan untuk mendeteksi debu vulkanik di Indonesia sejak 2015 oleh BMKG dengan metode komposit RGB. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji kemampuan satelit Himawari-8 dalam mendeteksi debu vulkanik menggunakan metode *Volcanic Ash Product* (VOL) yang dikembangkan oleh EUMETSAT pada erupsi Gunung Agung di Bali tanggal 2 Juli 2018. Data yang digunakan adalah citra satelit Himawari-8 sebagai data olahan dan foto kejadian debu vulkanik erupsi Gunung Agung yang diperoleh dari PVMBG. Metode VOL dikembangkan untuk deteksi debu vulkanik di wilayah Eropa untuk citra satelit Meteosat Generasi ke-3, penerapan pada citra satelit Himawari-8 disesuaikan dengan saluran-saluran yang memiliki panjang gelombang yang sama atau hampir sama yaitu menggunakan saluran VIS 0.64, NIR 1.6, IR 3.9, IR 8.6, IR 10.4 dan IR 12.4. Hasil pengolahan metode VOL menunjukkan bahwa debu vulkanik dapat dideteksi pada kasus erupsi Gunung Agung namun memerlukan penyesuaian lebih lanjut untuk meminimalisir *false alarm* (salah deteksi).

**Kata kunci:** debu vulkanik, erupsi, Gunung Agung, Himawari-8, *Volcanic Ash Product* (VOL)

**Abstract** - Geostationary satellites have a high temporal resolution can be used to detect various phenomena on earth. One phenomenon that can be detected is the spread of volcanic ash, where volcanic ash is generated from volcanic eruptions. Volcanic eruptions can occur quickly so that early detection is needed to determine the of volcanic ash. Himawari-8 Satellite is a satellite developed by JAXA (Japan) that has 16 channels with a temporal resolution of 10 minutes to 0.5 minutes in certain areas. Himawari-8 satellite imagery has been used to detect the spread of volcanic ash in Indonesia since 2015 by BMKG with the RGB composite method. The purpose of this study is to examine the ability of Himawari-8 satellite in detecting of volcanic ash using the *Volcanic Ash Product* (VOL) method developed by EUMETSAT on Mount Agung Bali eruption on July 2, 2018. The data used is Himawari-8 satellite image as processed data and photos of the Mount Agung eruption volcanic ash obtained from PVMBG. The VOL method was developed for detection of volcanic ash in the European region for the 3rd Generation Meteosat satellite image, the application of Himawari-8 satellite imagery was adjusted to channels that had the same or almost the same wavelength using the VIS channel 0.64, NIR 1.6, IR 3.9, IR 8.6, IR 10.4 and IR 12.4. The results of processing the VOL method indicate that volcanic ash can be detected in the case of Mount Agung eruption but requires further adjustment to minimize false alarms.

**Keywords:** volcanic ash, eruption, Mount Agung, Himawari-8, *Volcanic Ash Product* (VOL)

## 1. PENDAHULUAN

Sudaryo dan Sucipto (2009) mengungkapkan bahwa debu vulkanik atau pasir vulkanik adalah bahan material vulkanik yang dimuntahkan atau disemburkan ke udara bahkan hingga menembus atmosfer saat terjadi suatu letusan. Debu dan pasir vulkanik terdiri atas batuan berukuran besar sampai berukuran halus, yang berukuran besar biasanya akan jatuh pada radius antara 5-7 km dari kawah, sedangkan yang berukuran halus dapat jatuh pada jarak mencapai ratusan hingga ribuan kilometer dan bahkan ada yang terperangkap di atmosfer sehingga jika jatuh ke permukaan akan lama jika tidak terbawa angin bisa terbawa hujan. Secara umum komposisi debu vulkanik terdiri atas silika.

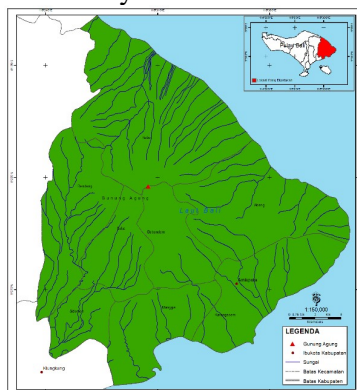
Gunung Agung saat ini merupakan titik tertinggi di Pulau Bali, dengan tinggi +/- 3.148 mdpl. Gunung api ini terakhir erupsi pada Maret 1963 yang banyak mengeluarkan material-material berupa piroklastika dan aliran lava (Sutawidjaja, 2006 dalam: Pratomo, 2006) serta mengakibatkan 40.000 orang dari desa-desa yang terletak di sekitar Gunung Agung di evakuasi dan menyebabkan gangguan lalu lintas udara sementara dan terjadi pembatalan beberapa penerbangan internasional (Marchese, 2018). Pada akhir tahun 2017 hingga tulisan ini ditulis, Gunung Agung masih mengalami peningkatan aktivitas vulkanik yang cukup tinggi dan banyak mengeluarkan material vulkanik.

Teknologi penginderaan jauh yang sudah berkembang sangat pesat diharapkan sebelum dan sesudah erupsi gunung api dapat teramati dengan baik serta material-material vulkanik yang dimuntahkan, seperti debu vulkanik dapat dideteksi arah pergerakannya maupun intensitasnya. Satelit cuaca banyak dimanfaatkan untuk eksplorasi di lapisan atmosfer bumi seperti pemantauan curah hujan, fenomena iklim, pemantauan arah pergerakan debu vulkanik dan lain sebagainya (Doneodoro, 2012). Malingreau dan Kaswanda pada tahun (1986) dengan memanfaatkan citra satelit (AVHRR) untuk meneliti erupsi gunung api yang terjadi pada tanggal 28 Juli 1983 di Indonesia (Prata, 2008). Efek buruk yang ditimbulkan oleh debu vulkanik atau hasil dari erupsi gunung api mewajibkan monitoring atau pemantauan yang intensif dengan seiring kemajuan teknologi (PVMBG, 2015). Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) sebagai instansi pemerintah yang ditunjuk untuk memantau pergerakan debu vulkanik hanya menggunakan metode interpretasi visual citra komposit RGB dan belum terlalu dikembangkan untuk metode yang lain (Panjaitan, 2015). Tujuan penelitian ini adalah mengkaji kemampuan satelit Himawari-8 dalam mendeteksi sebaran debu vulkanik dengan menggunakan metode VOL (*Volcanic Ash Product*) yang merupakan salah satu metode yang dikembangkan oleh EUMETSAT, memanfaatkan satelit Meteosat Third Generation (MTG) yang dikombinasikan dengan metode perekaman *Flexibel Combined Imager* (FCI) untuk menghasilkan sebuah produk untuk deteksi sebaran debu vulkanik (EUMETSAT, 2011), dengan mengambil studi kasus erupsi Gunung Agung pada 2 Juli 2018..

## 2. METODE

### 2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang dipilih adalah daerah sekitar Gunung Agung, saat terjadi Erupsi dan memuntahkan material-material vulkanik, khususnya debu vulkanik (**Gambar 1**). Gunung Agung secara geografis terletak pada 8° 20' 27" LS dan 115° 30' 12" BT dan secara administrasi terletak di Kabupaten Karangasem Bali. Objek penelitian sebaran debu vulkanik erupsi gunung Agung tidak hanya terfokus pada area sekitar gunung Agung, tapi bisa tersebar puluhan, ratusan atau bahkan ribuan kilometer dari Gunung Agung karena objek yang akan diidentifikasi banyak tersebar berada di atmosfer akibat dari erupsi tersebut.



**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian Deteksi Sebaran Debu Vulkanik Erupsi Gunung Agung.

## 2.2. Bahan Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas (1) data satelit Himawari-8 tanggal 2 Juli 2018 saluran 3 (VIS 0.64), saluran 5 (NIR 1.6), saluran 7 (SWIR-IR 3.9), saluran 11 (IR 8.6), saluran 13 (IR 10.4), dan saluran 15 (IR 12.4), dan (2) peta sebaran debu vulkanik dengan metode RGB dari BMKG tanggal 2 Juli 2018. Satelit Himawari-8 merupakan salah satu satelit yang dikembangkan oleh JAXA (Jepang). Satelit ini mulai dioperasikan pada tahun 2015 dengan nama MTSAT dan saat ini dilanjtkan misinya oleh satelit Himawari-8. Satelit Himawari-8 memiliki sensor utama yang disebut *Advanced Himawari Imager* (AHI), AHI merupakan sensor multispektral yang memiliki 16 saluran terdiri dari 3 saluran visibel, 3 saluran inframerah-dekat atau *near infrared* (NIR) dan 10 saluran Infrared (IR) (**Tabel 1**). Untuk resolusi spasial pada Himawari 8 terdiri dari 0.5 km dan 1 Km untuk saluran cahaya tampak (visible), 2 km untuk data saluran IR serta 1 km dan 2 km untuk data saluran NIR. Untuk resolusi temporal, Himawari 8 memiliki resolusi tiap 10 menit untuk pengamatan global dan 2,5 menit sekali untuk pengamatan khusus (JMA, 2017).

**Tabel 1.** Karakteristik Saluran pada Panjang Gelombang AHI

Jenis Panjang Gelombang	Saluran	Panjang Gelombang Tengah ( $\mu\text{m}$ )	Resolusi (km)	Contoh Penggunaan
VIS	1	0,47	1	<i>Daytime aerosols</i> di daratan, coastal water mapping
	2	0,51	1	<i>Water/ocean color</i> , termasuk deteksi terhadap algae blooms;
	3	0,64	0.5	memungkinkan <i>true color imagery</i> ketika dikombinasikan dengan saluran biru dan merah (Saluran visible 1 dan 3)
NIR-IR	4	0,86	1	
	5	1,6	2	<i>Daytime cloud</i> , kabut, insolasi, angin
	6	2,3	2	<i>Daytime vegetation</i> , bekas kebakaran, aerosol sepanjang perairan,
SWIR-IR (WV)	7	3,9	2	Angin
	8	6,2	2	Fase <i>Daytime cloud-top</i> dan ukuran partikel, salju
	9	6,9	2	<i>Daytime land/cloud properties</i> , ukuran partikel, vegetasi, salju
LW IR	10	7,3	2	Permukaan dan awan, kabut pada malam hari, api, angin
	11	8,6	2	Uap air atmosfer level tinggi, angin, curah hujan
	12	9,6	2	Uap air atmosfer level menengah, angin, curah hujan
	13	10,4	2	Uap air level rendah, angin, SO
	14	11,2	2	<i>Total water</i> untuk stabilitas, fase awan, ash, SO
	15	12,4	2	<i>Total column ozone</i> , turbulensi, angin
	16	13,3	2	Permukaan dan awan

SW: Shortwave LW: Longwave WV: Water vapor

(Sumber: [https://www.meted.ucar.edu/satmet/himawari\\_ahi](https://www.meted.ucar.edu/satmet/himawari_ahi))

## 2.3. Pengolahan Data

Pengolahan metode *Volcanic Ash Product* (VOL) dimulai dari penyiapan citra satelit Himawari-8 *Advanced Himawari Imager* (AHI). Pengolahan VOL sendiri akan dilakukan dengan bahasa perangkat lunak *Python*. *Python* adalah salah satu bahasa program tingkat tinggi yang menggunakan interpreter sebagai penerjemah kode. Selanjutnya pemilihan saluran-saluran untuk mempermudah saat menginterpretasi piksel-piksel yang mengandung debu vulkanik baik pada siang hari maupun malam hari, hal tersebut disebabkan debu vulkanik yang keluar saat erupsi gunung api kejadiannya tidak dapat diketahui apakah siang ataupun malam. Saluran-saluran tersebut adalah VIS 0,64; NIR 1,6; IR 3,9; IR 8,6; IR 10,4; dan IR 12,4. Saluran-saluran tersebut dipilih karena akan mempermudah saat menginterpretasi piksel-piksel yang mengandung debu vulkanik baik pada siang hari maupun malam hari.

Pembedaan tersebut memiliki dasar dari algoritma seperti penjelasan di bawah ini :  
Selama siang hari, piksel diidentifikasi sebagai abu vulkanik, jika kriteria berikut dicocokkan:

- Perbedaan suhu IR8,7 - IR10,5 lebih besar dari *threshold 1*
- Perbedaan suhu IR12,3 - IR10,5 lebih besar dari *threshold 2*
- Rasio pemantulan NIR1,6 / VIS0,6 lebih besar dari *threshold 3*

Selama senja, piksel diidentifikasi sebagai abu vulkanik, jika kriteria berikut dicocokkan:

- Perbedaan suhu IR8,7 - IR10,5 lebih besar dari *threshold 1*
- Perbedaan suhu IR12,3 - IR10,5 lebih besar dari *threshold 2*
- Rasio pemantulan NIR1,6 / VIS0,6 lebih besar dari *threshold 4*
- Perbedaan suhu IR3,9 - IR10,8 adalah antara *threshold 5* dan *threshold 6*

Pada malam hari, piksel diidentifikasi sebagai abu vulkanik, jika kriteria berikut dicocokkan:

- Perbedaan suhu IR8,7 - IR10,5 lebih besar dari *threshold 1*
- Perbedaan suhu IR12,3 - IR10,5 lebih besar dari *threshold 2*
- Perbedaan suhu IR3,9 - IR10,5 adalah antara *threshold 7* dan *threshold 8*

*Threshold* yang digunakan dalam melakukan pengujian piksel yang terkandung debu vulkanik dijelaskan dalam perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Threshold 1} = \{a_{1,1} + (a_{2,1} * T_{PCS, 8,7}) + (a_{3,1} * T_{PCS, 10,5})\}$$

$$\text{Threshold 2} = \{1,2 + (2,2 * T_{PCS, 1230}) + (a_{3,2} * T_{PCS, 10,5})\}$$

$$\text{Threshold 3} = 1,3$$

$$\text{Threshold 4} = a_{1,4}$$

$$\text{Threshold 5} = \{1,5 + (2,5 * T_{PCS, 3,9}) + (3,5 * T_{PCS, 10,5})\}$$

$$\text{Threshold 6} = \{1,6 + (2,6 * T_{PCS, 3,9}) + (3,6 * T_{PCS, 10,5})\}$$

$$\text{Threshold 7} = \{1,7 + (2,7 * T_{PCS, 3,9}) + (3,7 * T_{PCS, 10,5})\}$$

$$\text{Threshold 8} = \{1,8 + (2,8 * T_{PCS, 3,9}) + (3,8 * T_{PCS, 10,5})\}$$

Keterangan: T = Suhu; PCS = Kecerahan, (Sumber: EUMETSAT, 2011).

Nilai-nilai khas untuk koefisien (a x, x) untuk menurunkan *threshold Volcanic Ash Product (VOL)* tercantum dalam **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Koefisien untuk menurunkan *threshold Volcanic Ash Product (VOL)*

<i>Threshold</i>	<b>a<sub>1, x</sub></b>	<b>a<sub>2, x</sub></b>	<b>a<sub>3, x</sub></b>
<i>Threshold 1</i>	3.0	1.0	-1.0
<i>Threshold 2</i>	2.0	1.0	-1.0
<i>Threshold 3</i>	1.3		
<i>Threshold 4</i>	1.5		
<i>Threshold 5</i>	4.0	1.0	-1.0
<i>Threshold 6</i>	10.0	1.0	-1.0
<i>Threshold 7</i>	0.0	1.0	-1.0
<i>Threshold 8</i>	8.0	1.0	-1.0

(Sumber: EUMETSAT, 2011)

Alur yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

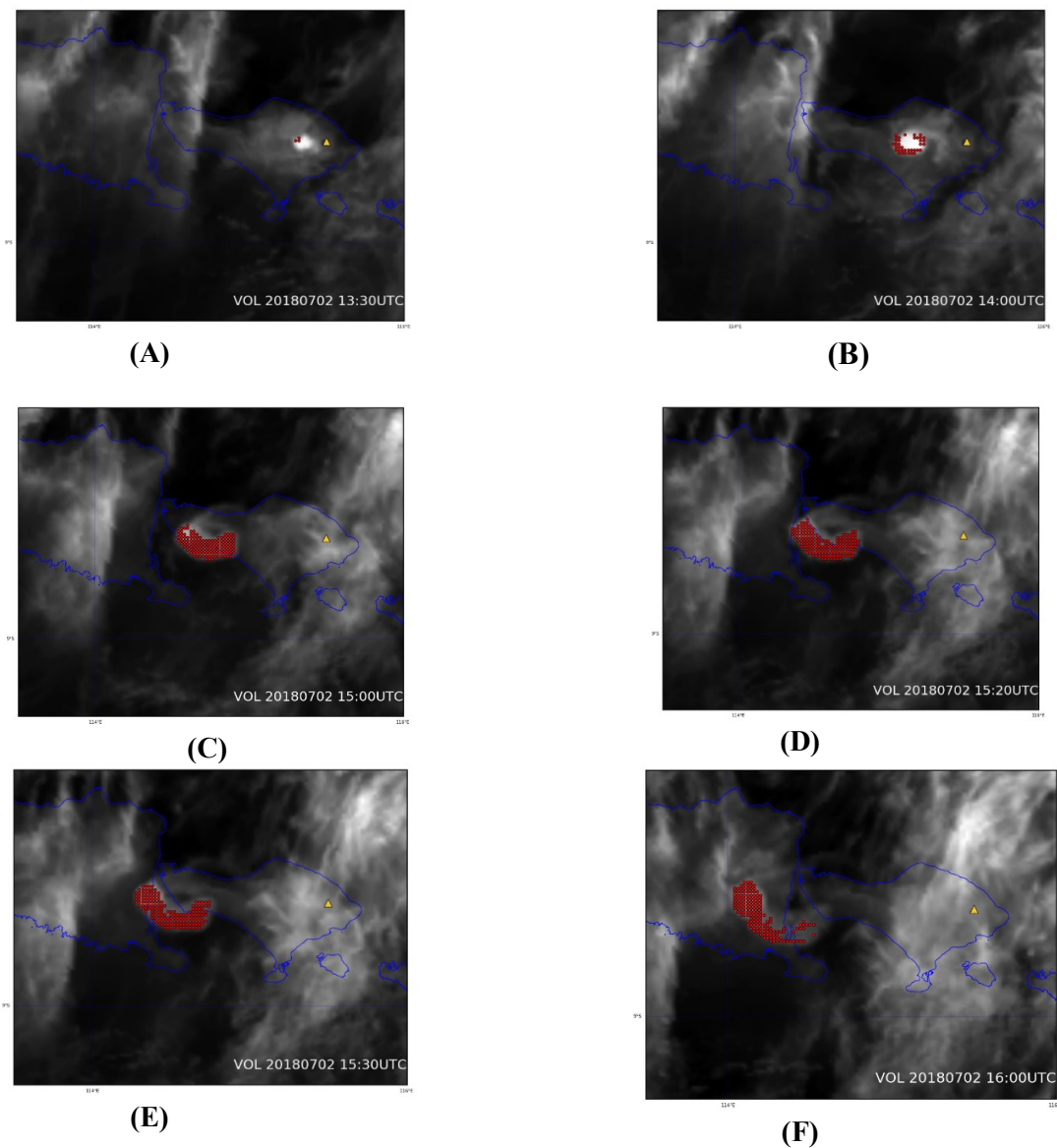
- a. Pengumpulan data-data penelitian yang dibutuhkan (citra satelit Himawari-8, citra satelit Himawari hasil olahan komposit warna RGB dari BMKG)
- b. Pemilihan saluran-saluran dari citra satelit Himawari-8 yang akan digunakan untuk mendeteksi debu vulkanik, baik kejadian siang maupun malam hari (VIS 0,64; NIR 1,6; IR 3,9; IR 8,6; IR 10,4; dan IR 12,4)

- c. Melakukan proses agregat atau penyetaraan resolusi spasial antara saluran visible (500 m) dan saluran inframerah (2000 m).
- d. Melakukan proses pembedaan waktu dengan menghitung sudut *solar zenith* (SZA) dimana perhitungan sudut solar zenit waktu julian dan koordinat piksel.
- e. Melakukan proses pengolahan metode VOL.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Analisis Citra Hasil Pengolahan Metode VOL Deteksi Debu Vulkanik

Pengolahan citra satelit Himawari-8 dengan metode VOL dengan menggabungkan beberapa saluran dalam pengolahannya, yaitu saluran VIS 0.64, NIR 1.6, IR 3.9, IR 8.6, IR 10.4 dan IR 12.4 mendapatkan hasil sebaran debu vulkanik dari erupsi Gunung Agung dan pengolahannya dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman *python* (**Gambar 2**). Resolusi temporal yang baik dari satelit Himawari-8 juga sangat membantu menunjukkan pergerakan secara dinamis dari persebaran debu vulkanik. Pada pembahasan ini, ditampilkan bagaimana hasil pengolahan metode VOL pada satelit Himawari-8 saat erupsi gunung Agung tanggal 2 Juli 2018, sehingga dapat melihat pergerakan dan persebaran debu vulkanik.



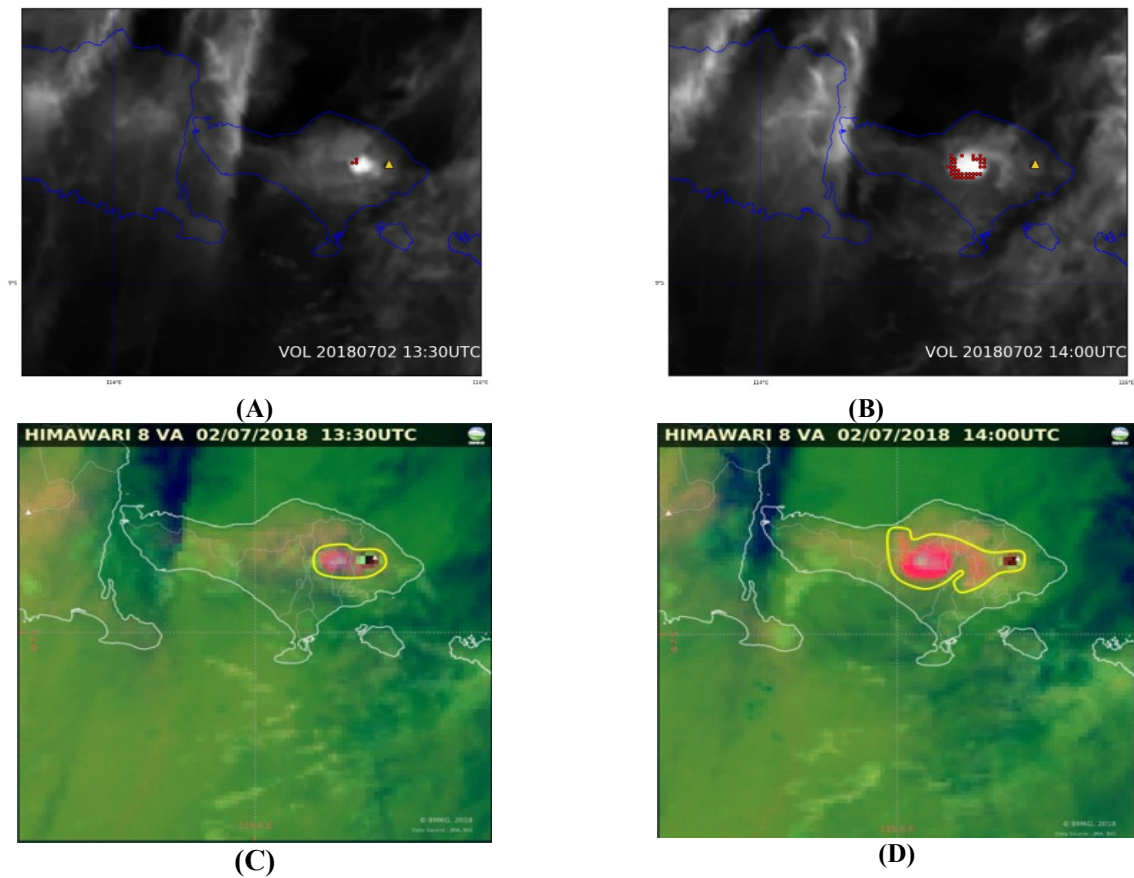
**Gambar 2.** Citra VOL deteksi debu vulkanik erupsi gunung Agung tanggal 2 Juli 2018 untuk data (a) Himawari-8 13.30 UTC, (b) Himawari-8 14.00 UTC, (c) Himawari-8 15.30 UTC, (d) Himawari-8 15.20 UTC, (e) Himawari-8 15.30 UTC, dan (f) Himawari-8 16.00 UTC

Debu vulkanik mulai terdeteksi pada pukul 13.00 UTC tanggal 2 Juli 2018. Debu vulkanik dalam hasil pengolahan VOL ditandai dengan titik-titik merah, warna putih adalah awan meteorologis, hitam adalah daratan dan lautan, serta yang segitiga kuning adalah Gunung Agung (Gambar 2). Persebarannya dapat dilihat jelas pada Gambar 2a hingga Gambar 2f. Pada Gambar 2a pukul 13.00 UTC dan debu vulkanik mulai muncul dengan intensitas yang cukup kecil. Pada Gambar 2b pukul 14.00 UTC intensitasnya mulai bertambah dan terus bergerak menjauh dari puncak Gunung Agung. Pada Gambar 2c dan 2d yaitu pada pukul 15.00 UTC dan 15.20 UTC memperlihatkan debu vulkanik dengan intensitas yang cukup tinggi yang bergerak ke arah barat mulai menjauh dari pulau Bali dan terkonsentrasi pada perairan Selat Bali. Selanjutnya pada Gambar 2e dan 2e yaitu pada pukul 15.30 UTC dan 16.00 UTC debu vulkanik terus bergerak ke arah barat mencapai Kabupaten Banyuwangi dan Kabupaten Jember. Pergerakan debu vulkanik tersebut mengakibatkan bandara yang berada di Kabupaten Banyuwangi dan Kabupaten Jember sementara waktu ditutup karena jarak pandang yang terganggu.

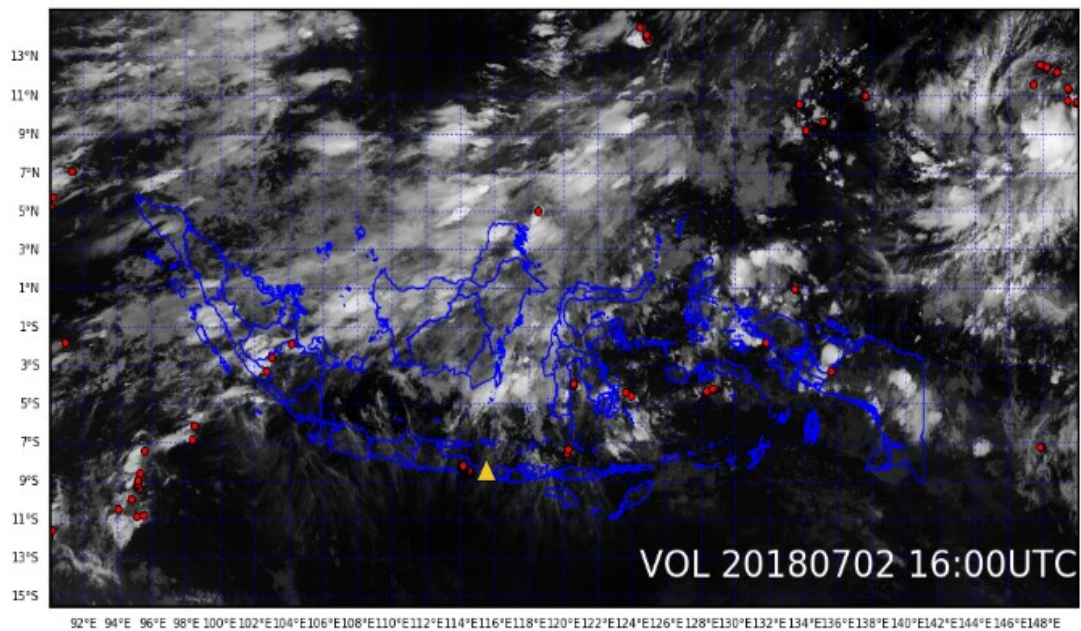
Setelah didapatkan hasil pengolahan dari metode VOL pada satelit Himawari-8 untuk deteksi sebaran debu vulkanik erupsi Gunung Agung pada 2 Juli 2018, selanjutnya dilakukan analisis terhadap metode VOL tersebut dalam mendeteksi debu vulkanik. Berdasarkan Gambar 2a hingga Gambar 2e, citra hasil olahan VOL mampu mendeteksi sebaran debu vulkanik dan memiliki kelebihan yang cukup baik, dimana arah pergerakan dan persebarannya dapat teramati dengan jelas, serta yang paling dianggap signifikan adalah mampu mendeteksi saat kejadian erupsi malam hari dan mampu menampilkan secara temporal. Kelebihan itu dapat dikatakan baik, dikarenakan erupsi gunung api tidak dapat diprediksi siang atau malam hari. Seperti yang sudah diterapkan pada kejadian 2 Juli 2018, yaitu kejadiannya pada malam hari dan tidak berlangsung lama. Namun kelemahannya saat adanya awan meteorologis untuk mendeteksi debu vulkanik akan sedikit terganggu, baik dilakukan interpretasi digital maupun interpretasi visual (komposit warna) hasilnya tidak terlalu baik. Deteksi debu vulkanik dengan menggunakan metode VOL sendiri dapat dilkaukan sing hari, malam hari maupun peralihan atau perubahan dari siang (terang) menuju malam hari (gelap) yaitu dengan adanya algoritma perhitungan sudut *solar zenit* (SZA). Kelemahan tersebut sebenarnya akan terjadi hampir disemua satelit dengan sistem pasif, jika awan meteorologis akan mengganggu hasil perekaman.

Metode VOL yang diterapkan pada satelit Himawari-8 untuk deteksi sebaran debu vulkanik, merupakan metode yang dikembangkan oleh EUMETSAT (Eropa). Pada penelitian ini, penulis mencoba menerapkan metode tersebut pada studi kasus erupsi Gunung Agung pada 2 Juli 2018. Dalam penerapannya metode itu memiliki beberapa kekurangan, yaitu tidak terdeteksinya saat adanya awan meteorologis yang banyak tumbuh di atmosfer Indonesia dan terjadinya (*false alarm*) salah deteksi. Awan meteorologis tersebut sangat menggagu dari penerapan metode VOL tersebut, karena mengubah nilai piksel yang sebenarnya. Maka dari itu perlu adanya sedikit pengembangan dari *threshold* yang sudah dibuat oleh EUMETSAT agar dapat sesuai dengan studi kasus penelitian ini. Gangguan awan meteorologis tersebut terlihat jelas pada **Gambar 3a** pukul 12.30 UTC, **Gambar 3b** pukul 14.00 UTC hasil olahan dari metode VOL untuk deteksi debu vulkanik dan **Gambar 3c** dan **Gambar 3d** pada jam yang sama hasil dari metode komposit warna RGB dari BMKG. Hasil pengolahan VOL dan komposit warna RGB memperlihatkan banyak kekosongan deteksi tepat pada bagian yang banyak adanya awan meteorologis. Pada hasil olahan VOL terlihat pada area yang terdeteksi debu vulkanik titik-titik merah yang diasumsikan debu vulkanik terlihat tidak terlalu merepresentasi kondisi debu vulkanik terlihat dari polanya dan hampir sama dengan hasil olahan dari metode komposit RGB dari BMKG yang sudah ditandai indikasi debu vulkanik juga tidak terpola dengan baik, masih ada warna selain warna merah yang berada pada area yang sudah ditandai. Warna merah sendiri diasumsikan sebagai debu vulkanik pada metode komposit RGB dari BMKG.

Salah deteksi (*false alarm*) yang terjadi pada pengolahan VOL ditampilkan pada **Gambar 4** pukul 16.00 UTC. Dari gambar tersebut bagaimana *false alarm* terjadi saat pengolahan VOL pada satelit Himawari-8 pada studi kasus erupsi Gunung Agung. Titik-titik merah yang diasumsikan debu vulkanik pada metode VOL ternyata ada juga sampai diluar kajian. *False alarm* pada pengolahan metode VOL untuk studi kasus erupsi Gunung Agung terjadi karena adanya kesamaan kriteria nilai piksel objek observasi (debu vulkanik) dengan nilai piksel bukan objek observasi. *Threshold* yang dibuat oleh EUMETSAT tidak terlalu cocok dengan studi kasus debu vulkanik Gunung Agung. Kondisi tersebut diperkuat dengan pendapat (Ellrod, 2003) dalam penentuan *threshold* tersebut akan sangat bergantung pada beberapa faktor, antara lain ketinggian debu perbandingan antara jumlah partikel es/air dan debu serta ukuran dari debu vulkanik itu sendiri. Sehingga dalam penerapan metode VOL untuk deteksi debu vulkanik studi kasus erupsi Gunung Agung, kedepannya akan dilakukan pengkajian lebih dalam untuk penentuan *threshold* yang lebih sesuai.



**Gambar 3.** Citra VOL deteksi debu vulkanik dan citra komposit RGB BMKG erupsi gunung Agung tanggal 2 Juli 2018 untuk data (a) Himawari-8 13.00 UTC, (b) Himawari-8 komposit RGB BMKG 13.30 UTC, (c) Himawari-8 14.00 UTC, dan (d) Himawari-8 komposit RGB BMKG 14.00 UTC.



**Gambar 4.** False Alarm Citra VOL deteksi debu vulkanik erupsi gunung Agung tanggal 2 Juli 2018 untuk data Himawari-8 16.00 UTC.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dari hasil pengolahan metode VOL pada studi kasus erupsi Gunung Agung tanggal 2 Juli 2018, terlihat bahwa metode VOL yang diterapkan pada satelit Himawati-8 mampu mendeteksi persebaran dan pergerakan debu vulkanik secara temporal. Kelebihan dari deteksi debu vulkanik dengan VOL adalah mampu merekam pada saat malam hari dengan baik. Namun, kekurangan dari metode VOL yaitu jika adanya gangguan awan meteorologis maka banyak piksel-piksel yang harusnya diasumsikan adanya debu vulkanik hasilnya tidak ada. *False alarm* pada pengolahan metode VOL untuk studi kasus erupsi Gunung Agung juga terjadi karena adanya kesamaan kriteria nilai piksel objek observasi (debu vulkanik) dengan nilai piksel bukan objek observasi. Kondisi tersebut ditambah dengan threshold yang ada tidak terlalu baik merepresentasikan debu vulkanik pada erupsi Gunung Agung. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik kedepannya harus dilakukan pengujian lebih dalam terhadap karakteristik debu vulkanik pada erupsi Gunung Agung serta penyesuaian *threshold* agar lebih baik dalam deteksi debu vulkanik.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan puji syukur terhadap Tuhan Yang Maha Esa karena berkat-Nya, tulisan ini dapat diselesaikan tepat waktu. Kemudian penulis juga penulis banyak mengucapkan terimakasih kepada Dosen pembimbing dan rekan-rekan, kerabat, dan semua pihak yang telah membantu menyelesaikan tulisan ini.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Doneodoro, P. (2012). *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta: ANDI.
- Ellrod, G.P., Connel, B.H., Hillger, D.W. (2003). Improved Detection of Airbone Volcanic Ash using Multispectral Infrared Satellite data. *Journal of Geophysical Research*, 108 (D12).
- EUMETSAT. (2011). *MTG-FCI: ATBD for Volcanic Ash Product*. Germany.
- Japan Meteorological Agency. (2017). Himawari-8/9 Himawari Standard Data User's Guide. Diakses tanggal 19 Agustus 2018. [www.data.jma.go.jp/mscweb/en/himawari89/space.../HS\\_D\\_users\\_guide\\_en\\_v12.pdf](http://www.data.jma.go.jp/mscweb/en/himawari89/space.../HS_D_users_guide_en_v12.pdf).
- Marchese, F., Falconieri, A., Pergola, N., dan Tramutoli, V. (2018). Monitoring the Agung (Indonesia) Ash Plume of November 2017 by Means of Infrared Himawari 8 Data. *Remote Sens.*, 10(6): 919. MDPI, Basel, Switzerland
- Pandjaitan, B.S. (2015). *Pemanfaatan 3 Kanal Longwave Infrared Satelit Cuaca Generasi Baru Himawari 8 Untuk Mendeteksi Debu Vulkanik (Studi Kasus Anak Gunung Rinjani Tanggal 1 – 4 Nopember 2015)*. Prosiding Workshop Operasional Satelit Cuaca, 2. (ISSN: 2442-3580).
- Prata, A. J. (2008). Satellite detection of hazardous volcanic clouds and the risk to global air traffic. In *Natural Hazards* (Vol. 51, pp. 303–324). <https://doi.org/10.1007/s11069-008-9273-z>
- Pratomo, I. (2006). Klasifikasi gunung api aktif Indonesia, studi kasus dari beberapa letusan gunung api dalam sejarah. *Jurnal Geologi Indonesia*, 1(4): 209-227. Bandung, Indonesia
- PVMBG. (2015). Booklet Gunung Api. Diakses tanggal 25 Maret 2018 dari: [http://www.vsi.esdm.go.id/index.php/kegiatan-pvmbg/download-center/cat\\_view/88-publikasi/114-leafletbooklet](http://www.vsi.esdm.go.id/index.php/kegiatan-pvmbg/download-center/cat_view/88-publikasi/114-leafletbooklet).
- Sudaryo, dan Sucipto. (2009). *Identifikasi dan penentuan logam berat pada tanah vulkanik di daerah Cangkringan, Kabupaten Sleman dengan metode Analisis Aktivasi Neutron Cepat*. Prosiding Seminar Nasional V SDM Teknologi, Yogyakarta.