

IDENTIFIKASI SEBARAN ABU VULKANIK DENGAN MENGUNAKAN TEKNIK ALGORITMA SPLIT-WINDOWS DAN MULTISPECTRAL INFRARED (STUDI KASUS GUNUNG AGUNG 2 DAN 3 JULI 2018)

Ricko Dwiki Yudistira, Agung Hari Saputra
Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika

rickosinurat@gmail.com

Abstrak – Tanggal 2 dan 3 Juli 2018 terjadi erupsi Gunung Agung yang menyebabkan beberapa penerbangan di Bandara Ngurah Rai dihentikan sementara waktu dan masyarakat sekitar gunung dievakuasi ke daerah yang lebih aman. Erupsi tersebut mengeluarkan abu vulkanik yang merupakan partikel yang berbahaya bagi kesehatan serta bersifat korosif atau merusak. Penyebaran abu vulkanik bergerak ke arah barat yang disebabkan oleh angin yang bergerak ke arah barat. Oleh karena itu, perlu adanya indentifikasi arah sebaran abu vulkanik untuk memberikan informasi terkait abu vulkanik kepada masyarakat. Pada penelitian ini, indentifikasi abu vulkanik dilakukan menggunakan teknik algoritma *split-windows* dan *multispectral infrared*. Setiap hasil akan dilakukan verifikasi terhadap data *advisory* VAAC Darwin. Hasil menunjukkan bahwa setiap teknik mampu mengidentifikasi abu vulkanik. Hasil teknik algoritma yang paling baik dalam mendeteksi sebaran abu vulkanik dan mendekati data *advisory* adalah teknik *split-windows*. Sedangkan, teknik *multispectral infrared* dan *combination* hanya mampu mendeteksi abu vulkanik sekitar Pulau Bali.

Kata kunci: *abu vulkanik, gunung agung, multispectral infrared, split-windows*

I. PENDAHULUAN

Ring of fire merupakan jalur gunung api yang mengitari Samudera Pasifik. Wilayah yang dilalui oleh jalur tersebut mulai dari Sumatera, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Sulawesi, Maluku hingga Papua [1]. Salah satu aktivitas gunung api adalah erupsi gunung api. Aktivitas gunung api dapat terjadi kapan saja dan cukup membahayakan bagi setiap sektor sekitar gunung, salah satunya adalah sektor penerbangan [2]. Hasil erupsi gunung api menghasilkan abu vulkanik yang bersifat korosif atau merusak [3]. Abu vulkanik juga memiliki dampak buruk bagi kesehatan masyarakat yang dikarenakan mengandung oksida beberapa unsur logam berbahaya seperti Pb, Cd, dan As [4,5].

Pada tanggal 2 dan 3 Juli 2018, terjadi erupsi Gunung Agung yang menyebabkan masyarakat yang berada di sekitar gunung dievakuasi ke tempat yang lebih aman. Letusan pertama terjadi pada tanggal 2 Juli 2018 pukul 21.04 LT atau 13.04 UTC sedangkan letusan kedua terjadi pada tanggal 3 Juli 2018 pukul 04.13 LT atau 2 Juli 2018 pukul 20.13 UTC [6]. Sebaran abu vulkanik menyebar ke arah barat Gunung Agung yang dipengaruhi oleh angin.

Identifikasi sebaran abu vulkanik dapat dilakukan dengan beberapa teknik algoritma seperti *multispectral infrared*, *split-windows*, dan *combination*.

Teknik *multispectral infrared* atau *Three Bands Volcanic Ash Product* (TVAP) merupakan teknik yang memanfaatkan 3 kanal *infrared* (IR) dengan panjang gelombang 3,9 μm , 10,7 μm , dan 12 μm . Teknik ini didasarkan pada perbedaan penyerapan oleh abu vulkanik pada masing-masing kanal dan nilai reflektansi yang kuat pada *shortwave infrared* (SWIR) yaitu kanal 3,9 μm [7]. Teknik TVAP menunjukkan hasil yang baik dalam mengidentifikasi abu vulkanik pada siang hari dan malam hari ketika abu vulkanik di atas lautan [8].

Teknik *split-windows* merupakan teknik yang memanfaatkan kanal *infrared* (IR) dengan panjang gelombang 11 μm dan 12 μm [9,10]. Teknik ini memanfaatkan perbedaan sifat penyerapan dari debu dan awan sehingga abu vulkanik dapat terdeteksi [11]. Teknik ini mengalami pengembangan dengan menambahkan kanal SWIR (3,9 μm) sehingga meningkatkan dalam mendeteksi abu vulkanik. Kanal SWIR memiliki sifat yang sensitif terhadap SO_2 dan sumber panas [12]. Namun, identifikasi perbandingan antara kedua teknik tersebut masih belum banyak dilakukan terutama dalam menggabungkan keunggulan dalam setiap teknik.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi perbandingan terhadap beberapa teknik untuk mengetahui teknik yang paling baik dalam mengidentifikasi abu vulkanik. Teknik yang digunakan pada penelitian ini adalah *split-windows*, *multispectral infrared*, serta *combination* yang merupakan kombinasi antara teknik *split-windows* dan *multispectral infrared*.

II. METODE PENELITIAN

A. Data penelitian

- 1). Data satelit cuaca Himawari-8 kanal B07 (3.9 μm), B13 (10.8 μm), dan B15 (12.0 μm) pada tanggal 2 Juli 2018 pada pukul 14.00 UTC hingga 23.00 UTC dan tanggal 3 Juli 2018 pukul 00.00 UTC dengan format netCDF (*.nc) yang diperoleh dari Sub Bidang Pengelolaan Citra Satelit Cuaca BMKG.
- 2). Data *advisory* Gunung Agung tanggal 2 dan 3 Juli 2018 dengan format (*.png) yang diperoleh dari *Volcanic Ash Advisory Centre* (VAAC) Darwin.

B. Teknik Analisis

- 1). Pengolahan teknik algoritma *multispectral infrared* memanfaatkan kanal B07, B13, dan B15 [7]. Pengolahan teknik dengan rumus :

$$C + m_1 * (B15 - B13) + m_2 * (B07 - B13) > B \quad (1)$$

Dimana, B adalah Nilai suhu *brightness* ($^{\circ}\text{K}$), C adalah konstanta, dan m_1 serta m_2 adalah faktor *scaling*. Pada penelitian ini, nilai C adalah 60, nilai m_1 adalah 10, dan nilai m_2 adalah 3.

- 2). Pengolahan teknik *split-windows* memanfaatkan kanal B07, B13, dan B15 [9,10]. Pengolahan teknik dengan rumus :

$$B13 - B15 < B \quad (2)$$

$$B07 - B15 > B \quad (3)$$

Selanjutnya, dicari irisan antara rumus (2) dan (3).

$$(2) \cap (3) \quad (4)$$

- 3). Pengolahan teknik *combination* memanfaatkan kanal B07, B13, dan B15 dengan mencari irisan antara rumus (1) dan (4).

$$(1) \cap (4) \tag{5}$$

TABEL 1. ALGORITMA PENELITIAN

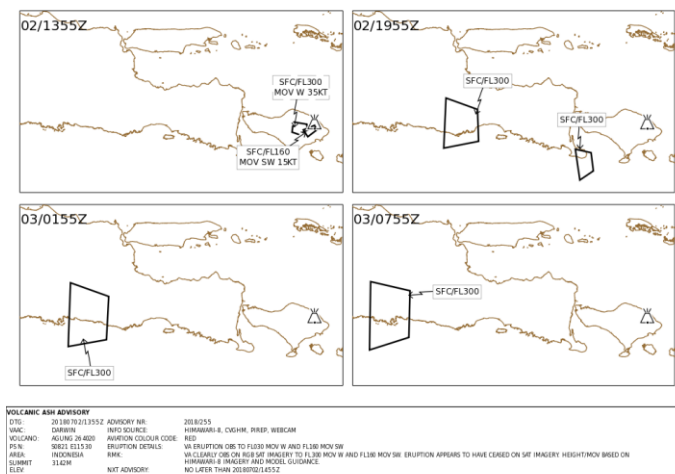
Teknik	Rumus	Nilai piksel debu vulkanik (B)
<i>multispectral infrared</i>	$60 + 10 (B15 - B13) + 3 (B07 - B13)$	> 100
<i>split-windows</i>	$B13 - B15$	< 0
	$B07 - B13$	> 0
<i>combination</i>	$60 + 10 (B15 - B13) + 3 (B07 - B13)$	> 100
	$B13 - B15$	< 0
	$B07 - B13$	> 0

C. Verifikasi

Verifikasi dalam penelitian dilakukan secara deskriptif dan komparatif menggunakan metode *eye-ball*, yaitu membandingkan hasil akhir dari teknik *split-windows*, *multispectral infrared*, serta *combination* terhadap data *advisory Volcanis Ash Advisory Centre (VAAC) Darwin* untuk mengetahui teknik yang paling baik dalam mendeteksi sebaran abu vulkanik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

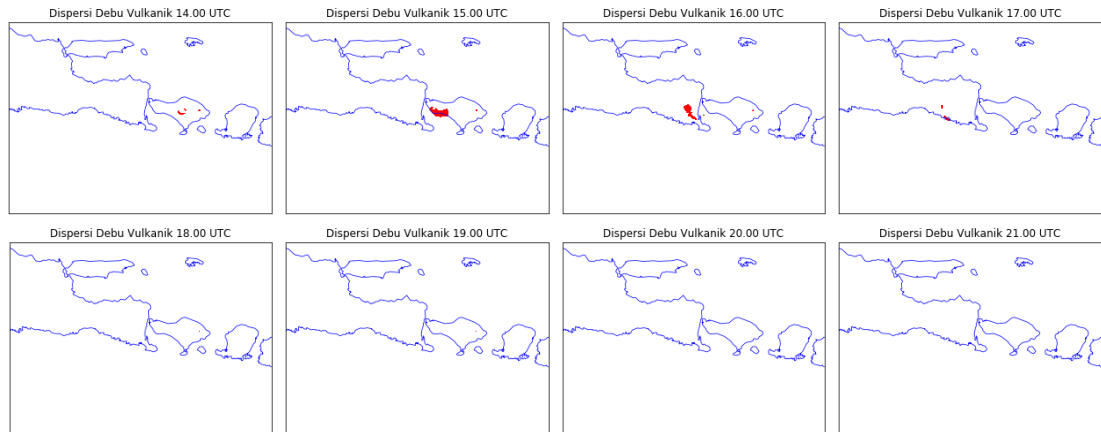
A. Kejadian erupsi Gunung Agung tanggal 2 Juli 2018



GAMBAR 1. DATA ADVISORY VAAC DARWIN GUNUNG AGUNG TANGGAL 2 JULI 2018

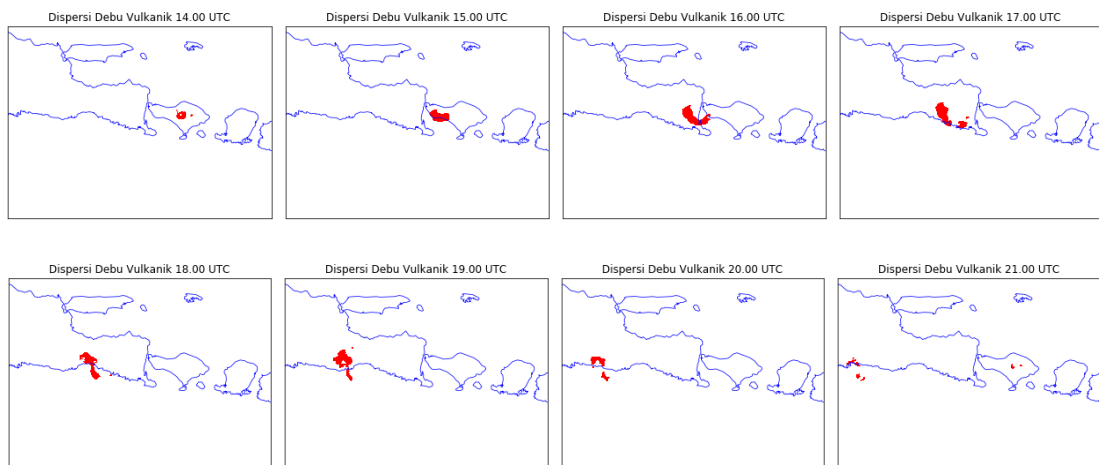
Bedasarkan data *advisory* Gunung Agung dari VAAC Darwin tanggal 2 Juli 2018, penyebaran abu vulkanik terlihat bergerak ke arah barat daya hingga barat dari sumber erupsi. Pada pukul 13.55 UTC abu vulkanik terdeteksi

berada di Pulau Bali kemudian menyebar ke arah barat daya hingga barat hingga mencapai wilayah Yogyakarta dan Samudera Hindia pada pukul 19.55 UTC dan terus menyebar ke arah barat hingga tanggal 3 Juli 2018 pukul 07.55 UTC.



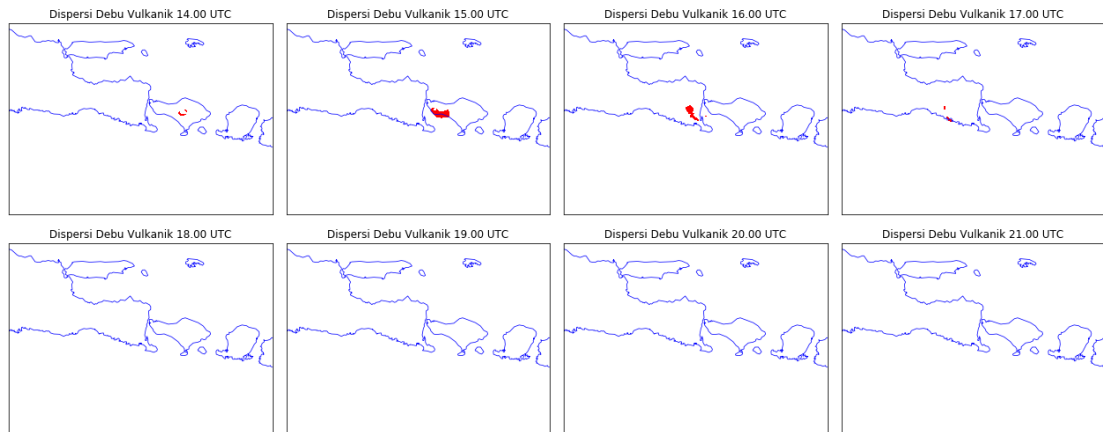
GAMBAR 2. HASIL PENGOLAHAN TEKNIK *MULTISPECTRAL INFRARED* PADA ERUPSI GUNUNG AGUNG TANGGAL 2 JULI 2018

Gambar 2 memperlihatkan sebaran abu vulkanik dengan menggunakan teknik *multispectral infrared* pada kejadian erupsi Gunung Agung yang ditunjukkan dengan warna merah. Abu vulkanik mulai terdeteksi pada tanggal 2 Juli 2018 pukul 14.00 UTC hingga pukul 17.00 UTC. Penyebaran abu vulkanik bergerak ke arah barat daya hingga barat dari sumber erupsi. Pada pukul 16.00 UTC sebaran abu vulkanik telah sampai ke wilayah Jawa Timur. Abu vulkanik terlihat sangat jelas ketika pukul 15.00 UTC hingga 16.00 UTC dan mulai berkurang pada pukul 17.00 UTC kemudian menghilang.



GAMBAR 3. HASIL PENGOLAHAN TEKNIK *SPLIT-WINDOWS* PADA ERUPSI GUNUNG AGUNG TANGGAL 2 JULI 2018

Gambar 3 memperlihatkan sebaran abu vulkanik dengan menggunakan teknik *split-windows* pada kejadian erupsi Gunung Agung yang ditunjukkan dengan warna merah. Abu vulkanik mulai terdeteksi pada tanggal 2 Juli 2018 pukul 14.00 UTC hingga pukul 21.00 UTC. Penyebaran abu vulkanik bergerak ke arah barat daya hingga barat dari sumber erupsi. Pada pukul 16.00 UTC sebaran abu vulkanik telah sampai ke wilayah Jawa Timur dan pukul 20.00 UTC telah sampai ke wilayah Yogyakarta dan Samudera Hindia. Abu vulkanik terlihat sangat jelas ketika pukul 14.00 UTC hingga 19.00 UTC dan mulai berkurang pada pukul 20.00 UTC.

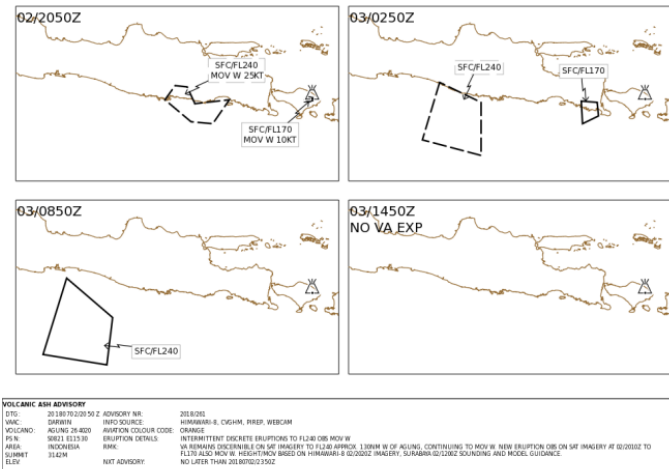


GAMBAR 4. HASIL PENGOLAHAN TEKNIK *COMBINATION* PADA ERUPSI GUNUNG AGUNG TANGGAL 2 JULI 2018

Gambar 4 memperlihatkan sebaran abu vulkanik dengan menggunakan teknik *combination* pada kejadian erupsi Gunung Agung yang ditunjukkan dengan warna merah. Abu vulkanik mulai terdeteksi pada tanggal 2 Juli 2018 pukul 14.00 UTC hingga pukul 17.00 UTC. Penyebaran abu vulkanik bergerak ke arah barat daya hingga barat dari sumber erupsi. Abu vulkanik terlihat sangat jelas ketika pukul 15.00 UTC hingga 16.00 UTC dan mulai berkurang pada pukul 17.00 UTC kemudian menghilang. Pada pukul 16.00 UTC sebaran abu vulkanik telah sampai ke wilayah Jawa Timur.

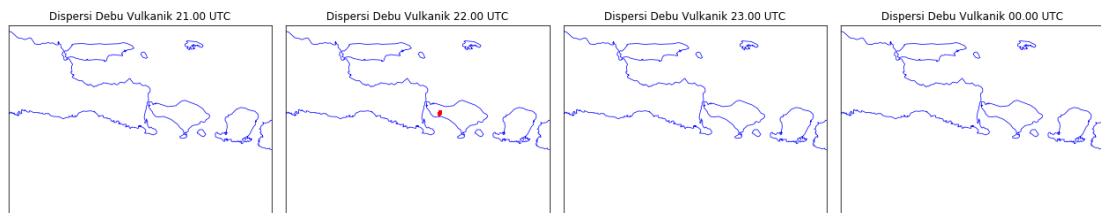
Bedasarkan analisis pada tanggal 2 Juli 2018 pukul 14.00 UTC hingga 21.00 UTC, setiap teknik mampu mendeteksi abu vulkanik untuk kejadian erupsi Gunung Agung. Teknik yang menunjukkan hasil yang paling baik adalah teknik *split-windows*. Teknik tersebut mampu mendeteksi sebaran abu vulkanik bergerak ke arah barat hingga mencapai wilayah Yogyakarta dan Samudera Hindia dimana hasil tersebut sesuai mendekati data *advisory* yang dikeluarkan oleh VAAC Darwin. Teknik *split-windows* mampu memisahkan nilai antara abu vulkanik dan awan dengan memanfaatkan selisih nilai antara panjang gelombang $11\ \mu\text{m}$ dan $12\ \mu\text{m}$ [9, 10]. Serta memanfaatkan *shortwave infrared* (SWIR) yang memiliki sifat sensitif dalam penyerapan radiasi SO_2 sehingga meningkatkan hasil dalam mendeteksi abu vulkanik [12]. Sedangkan, teknik *multispectral infrared* dan *combination* hanya mampu mendeteksi sebaran abu vulkanik hingga wilayah Jawa Timur kemudian tidak terdeteksi.

B. Kejadian erupsi Gunung Agung tanggal 3 Juli 2018



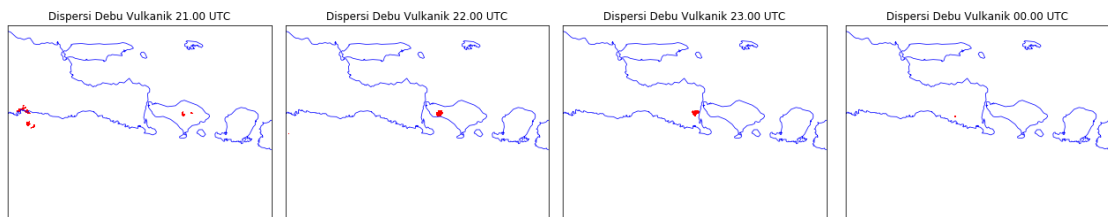
GAMBAR 5. DATA ADVISORY VAAC DARWIN GUNUNG AGUNG TANGGAL 3 JULI 2018

Bedasarkan data *advisory* Gunung Agung dari VAAC Darwin tanggal 2 dan 3 Juli 2018, penyebaran abu vulkanik terlihat bergerak ke arah barat daya dari sumber erupsi. Pada pukul 20.50 UTC abu vulkanik terdeteksi berada di Pulau Bali kemudian menyebar ke arah barat daya hingga mencapai wilayah selatan Jawa Timur pada pukul 02.50 UTC dan terus menyebar hingga Samudera Hindia pukul 08.50 UTC

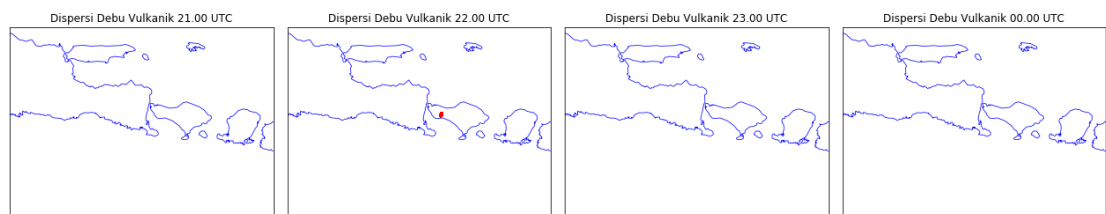


GAMBAR 6. HASIL PENGOLAHAN TEKNIK *MULTISPECTRAL INFRARED* PADA ERUPSI GUNUNG AGUNG TANGGAL 3 JULI 2018

Gambar 6 memperlihatkan sebaran abu vulkanik dengan menggunakan teknik *multispectral infrared* pada kejadian erupsi Gunung Agung yang ditunjukkan dengan warna merah. Abu vulkanik mulai terdeteksi pada tanggal 2 Juli 2018 pukul 22.00 UTC yang masih berada di Pulau Bali. Pada pukul 23.00 UTC abu vulkanik sudah tidak terdeteksi sehingga penyebaran dari abu vulkanik tidak dapat dilihat melalui teknik ini. Namun, jika dilihat dari sumber erupsi maka abu vulkanik bergerak ke arah barat dikarenakan abu vulkanik telah berada di wilayah barat Pulau Bali.

GAMBAR 7. HASIL PENGOLAHAN TEKNIK *SPLIT-WINDOWS* PADA ERUPSI GUNUNG AGUNG TANGGAL 3 JULI 2018

Gambar 7 memperlihatkan sebaran abu vulkanik dengan menggunakan teknik *split-windows* pada kejadian erupsi Gunung Agung yang ditunjukkan dengan warna merah. Abu vulkanik mulai terdeteksi pada tanggal 2 Juli 2018 pukul 21.00 UTC hingga tanggal 3 Juli 2018 pukul 00.00 UTC. Penyebaran abu vulkanik bergerak ke arah barat daya dari sumber erupsi. Pada pukul 23.00 UTC sebaran abu vulkanik telah sampai ke wilayah Jawa Timur. Abu vulkanik terlihat sangat jelas ketika pukul 22.00 UTC hingga 23.00 UTC dan mulai berkurang pada pukul 00.00 UTC.

GAMBAR 8. HASIL PENGOLAHAN TEKNIK *COMBINATION* PADA ERUPSI GUNUNG AGUNG TANGGAL 3 JULI 2018

Gambar 8 memperlihatkan sebaran abu vulkanik dengan menggunakan teknik *combination* pada kejadian erupsi Gunung Agung yang ditunjukkan dengan warna merah. Abu vulkanik mulai terdeteksi pada tanggal 2 Juli 2018 pukul 22.00 UTC yang masih berada di Pulau Bali. Pada pukul 23.00 UTC abu vulkanik tidak terdeteksi sehingga penyebaran dari abu vulkanik tidak dapat dilihat melalui teknik ini. Namun, jika dilihat dari sumber erupsi maka abu vulkanik bergerak ke arah barat dikarenakan abu vulkanik telah berada di wilayah barat Pulau Bali.

Bedasarkan analisis pada tanggal 2 Juli 2018 pukul 21.00 UTC hingga tanggal 3 Juli 2018 pukul 01.00 UTC, setiap teknik mampu mendeteksi abu vulkanik untuk kejadian erupsi Gunung Agung. Teknik yang menunjukkan hasil yang paling baik adalah teknik *split-windows*. Teknik tersebut mampu mendeteksi sebaran abu vulkanik bergerak ke arah barat daya hingga mencapai wilayah selatan Jawa Timur, hasil tersebut mendekati data *advisory* yang dikeluarkan VAAC Darwin yaitu mencapai wilayah selatan Jawa Timur dan Samudera Hindia. Teknik *split-windows* memanfaatkan sifat dari panjang gelombang 11 μm dan 12 μm yang mampu memisahkan antara nilai abu vulkanik dengan nilai awan [9, 10]. Sedangkan, teknik *multispectral infrared* dan *combination* hanya mampu mendeteksi sebaran abu vulkanik di pulau Bali pada tanggal 2 Juli 2018 pukul 22.00 UTC sehingga tidak dapat merepresentasikan sebaran abu vulkanik yang terjadi.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

Sebaran abu vulkanik erupsi Gunung Agung dapat dideteksi dengan menggunakan beberapa teknik algoritma seperti *multispectral*, *split-windows*, dan *combination*. Setiap teknik tersebut memanfaatkan data Satelit Himawari-8 kanal B07 (3.9 μm), B13 (10.8 μm), dan B15 (12.0 μm). Kemudian, hasil akhir dari setiap teknik dibandingkan terhadap data *advisory* VAAC Darwin.

Setiap teknik algoritma mampu mendeteksi abu vulkanik erupsi Gunung Agung. Berdasarkan kejadian erupsi Gunung Agung tanggal 2 dan 3 Juli 2018, teknik yang paling baik dalam mendeteksi abu vulkanik adalah teknik *split-windows* dengan menunjukkan hasil yang mendekati data *advisory* VAAC Darwin. Hal ini dikarenakan teknik *split-windows* memanfaatkan selisih nilai antara panjang gelombang 11 μm dan 12 μm yang mampu memisahkan nilai antara abu vulkanik dan awan dengan [9, 10]. Serta, panjang gelombang 3,9 μm yang memiliki sifat yang sensitif dalam penyerapan radiasi sumber panas dan SO_2 sehingga meningkatkan hasil dalam mendeteksi abu vulkanik [12]. Sedangkan, teknik *multispectral infrared* dan *combination* kurang mampu dalam mendeteksi sebaran abu vulkanik dalam waktu yang lama karena hanya mampu mendeteksi abu vulkanik setelah erupsi terjadi. Teknik *combination* merupakan irisan antara teknik *multispectral infrared* dan *split-windows* sehingga memiliki pola gabungan yang dimana abu vulkanik terdeteksi antara kedua teknik. Penulis mengharapkan pada penelitian selanjutnya, diperlukan kajian lebih lanjut dan pengembangan terhadap teknik *multispectral infrared* dan *combination* agar mampu mendeteksi abu vulkanik lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sub Bidang Pengelolaan Citra Satelit Cuaca BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) yang telah menyediakan data untuk penelitian ini serta VAAC (*Volcanic Ash Advisory Centre*) Darwin yang telah menyediakan data *advisory* Gunung Agung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] USGS (U.S Geological survey). (1999). This Dynamic Earth : The Story of Plate Tectonic. dari <http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/dynamic.html> diakses pada tanggal 27 Desember 2019.
- [2] Prata, F., & Rose, B. (2015). Volcanic Ash Hazards to Aviation. In *The Encyclopedia of Volcanoes* (pp. 911–934).
- [3] ICAO. (2018). <https://www.icao.int/publications/Documents> diakses pada tanggal 26 Desember 2019.
- [4] Smith, D.B., Zielinski, R.A., Taylor, H.E. and Sawyer, M.B. (1983) Leaching character of ash from May 18, 1980, eruption of Mount St. Helens Volcano. Washington: *Bulletin of Volcanology*, (46) t03-r24.
- [5] Christenson, B.W. (2000). Geochemistry of fluids associated with the 1995-1996 eruption of Mt Ruapehu, New Zealand: signatures and processes in the magmatic-hydrothermal system: *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, (97), 1-30.
- [6] ESDM. (2018). *Konferensi Pers Aktivitas Terkini Gunung Agung 4 Juli 2018 Pukul 12:30 Wib*. <http://www.vsi.esdm.go.id/index.php/kegiatan-pvmbg/kegiatan-diseminasi-informasi/2306-konferensi-pers-aktivitas-terkini-gunung-agung-4-juli-2018-pukul-1230-wib> diakses pada tanggal 10 Januari 2020.
- [7] Ellrod G. P., Connell B. H. dan Hillger D. W. (2003). Improve Detection of Airbone Volcanic Ash using Multispectral Infrared Satellite Data. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 108, No. D12 2003.
- [8] Ellrod, G. P. (2004). Impact on volcanic ash detection caused by the loss of the 12.0 μm "Split Window" band on GOES Imagers. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 135(1-2), 91–103.
- [9] Prata, A. J. (1989). Observations of volcanic ash clouds in the 10-12 μm window using AVHRR/2 data. *International Journal of Remote Sensing*, 10(4-5), 751–761.
- [10] Holaske, R. E., & Rose, W. I. (1991). Anatomy of 1986 Augustine volcano eruptions as recorded by multispectral image processing of digital AVHRR weather satellite data. *Bulletin of Volcanology*, 53(6), 420–435.
- [11] Tupper, A. (2011). Meteorological remote sensing techniques for assisting mitigating volcanic hazards. *RA-V Training Workshop on Satellite Application for Meteorology and Climatology*.

- [12] Pavolonis, M. J., Feltz, W. F., & Heidinger, A. K. (2006). Improved satellite-based volcanic ash detection and height estimates. In *86th AMS Annual Meeting*.