

Uji Skema Debu Vulkanis BMKG dan Skema Ash RGB (Studi Kasus: Erupsi Gunung Barujari 04 November 2015)

Kadek Setiya Wati¹, Pande Putu Hadi Wiguna²

¹BMKG Selaparang-Bandara Internasional Lombok

²Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Jakarta

Abstrak. Sejak pertama kali ditemukan, satelit telah menjadi solusi untuk pengamatan wilayah jarak jauh ke tempat yang sulit untuk dijangkau oleh manusia. Dalam perkembangannya satelit digunakan untuk pengamatan cuaca. Sejak pertengahan 2015, Satelit Himawari 8 diluncurkan sebagai pengganti satelit MTSAT-2 yang berakhir masa orbitnya. Penambahan kanal pada Himawari 8 memungkinkan melakukan pengamatan atmosfer yang lebih luas tidak hanya terbatas pada awan meteorologis tapi juga dapat digunakan untuk pengamatan debu vulkanis. BMKG telah mengembangkan sebuah skema untuk mendeteksi debu vulkanis yang menggunakan kanal I4, IR, dan I2 pada satelit Himawari 8. Prinsip utama dari penggunaan kanal ini adalah adanya *Brightness Temperature Different* (BTD) dari kanal IR dan I2 yang berbeda ketika melewati awan meteorologis dan debu vulkanis. Prinsip ini juga digunakan oleh JMA dalam menentukan skema deteksi debu vulkanis yang bernama skema ash RGB. Perbedaannya adalah pada penggunaan kanal MI pada skema ash RGB. Menurut JMA, kanal MI dapat mendeteksi SO₂ yang pada umumnya terkandung dalam debu vulkanis. Dari hasil pengolahan data, baik skema debu vulkanis BMKG maupun ash RGB JMA, keduanya sama-sama dapat menggambarkan sebaran debu vulkanis dengan baik. Akan tetapi, ketika menggunakan skema BMKG, ada kesulitan ketika debu vulkanis berdekatan dengan awan-awan menengah. Hal ini dikarenakan warna merah dari debu vulkanis skema BMKG berwarna hampir sama dengan warna dari awan meteorologis tersebut. Pada jam yang sama skema ash RGB berhasil mengeliminasi awan-awan tersebut sehingga sebaran debu vulkanis dapat diamati dengan lebih baik.

Kata kunci: Himawari 8, debu vulkanis, skema debu vulkanis BMKG, skema ash RGB

Abstract. Since it was first deployed, the satellite has to be a solution for long-distance observation, to unreached area by humans. Today, satellites development to improve weather observation. Since mid-2015, Himawari 8 satellite was launched as a replacement for MTSAT-2 which retired. Every additional channel at Himawari 8 allows observations atmosphere. Not only for observation the meteorological cloud but also can be used for observation volcanic ash. BMKG has developed a scheme to detect volcanic ash that using I4, IR and I2 channel on the satellite Himawari 8. The main principle of this channel is the *Brightness Temperature Different* (BTD) from the IR and I2 channel different when passing meteorological cloud and volcanic ash. This principle is also used by the JMA in determining volcanic ash detection scheme. It named Ash RGB scheme. The difference is in the MI channels which used in Ash RGB scheme. According to JMA, MI channel can detect SO₂ which are contained in volcanic ash. In this paper, both schemes Dust Volcanic Ash BMKG nor RGB JMA can equally describe the spread of volcanic ash properly. However, when using BMKG scheme, there are difficulties when volcanic ash appears near the medium level meteorological clouds. This is because the red color of the volcanic ash BMKG scheme is similar to the color of the meteorological clouds. While on Ash RGB scheme, at the same time, succeed to eliminate the meteorological clouds so that the volcanic ash be seen clearly. **Keywords:** Himawari 8, volcanic ash, BMKGs volcanic ash scheme, ash RGB scheme.

Pendahuluan

Uni Soviet mengejutkan dunia dengan program Sputnik, satelit pertama yang diluncurkan pada 4 Oktober 1957. Sejak itu manusia berlomba-lomba untuk meluncurkan setelitnya ke orbit bumi. TIROS (*Television and Infrared Satellite*) diluncurkan pada 1 April 1960 menandai hari pertama pengamatan cuaca bumi dari orbitnya. Sensor utama dari TIROS saat itu adalah kamera televisi yang digunakan untuk menangkap citra awan dari luar angkasa. Perkembangan satelit terus meningkat hingga saat ini. JMA berhasil meluncurkan satelit generasi terbaru dari Himawari pada 7 Oktober 2014. Satelit yang diberi kode Himawari 8 ini akan mengorbit pada 140° BT untuk mengamati wilayah Asia Timur dan Pasifik Barat selama 15 tahun. Himawari 8 memiliki 16 kanal (3 kanal *visible*, 3 kanal *near-infrared*, 10 kanal *infrared*) dengan kemampuan menangkap citra beresolusi spasial 0.5 untuk kanal *visible* dan 2 km untuk kanal *near* inframerah dan inframerah. Selain itu kemampuan melakukan pengamatan dalam setiap 10 menit menjadi peningkatan yang sangat berarti bagi perkembangan teknologi pengamatan cuaca. Peningkatan kemampuan ini diharapkan mampu memberikan informasi yang lebih detail dalam mengamati pergerakan siklon tropis maupun awan-awan konvektif yang dapat menyebabkan hujan dengan intensitas lebat. Selain siklon tropis dan awan konvektif, satelit ini diharapkan juga mampu mengamati dan mendeteksi pergerakan dari debu vulkanis maupun aerosol lainnya di atmosfer.

Dalam sebuah citra satelit terkandung banyak informasi fisis yang sangat berguna untuk melakukan *nephanalysis*. Namun setiap analisis dibutuhkan ketrampilan dan pengalaman untuk dapat menginterpretasi dan mengekstraksi informasi yang dibutuhkan dari citra satelit. Teknik RGB (*red-blue-green*) *composite imagery* merupakan teknik menampilkan citra satelit dengan melakukan *overlay* dari beberapa kanal sekaligus. Teknik RGB menggabungkan informasi dari beberapa kanal berbeda ke dalam satu produk sehingga menghasilkan lebih banyak informasi daripada produk yang hanya dihasilkan dari satu kanal. Umumnya, teknik RGB lebih mudah digunakan dan lebih efektif dalam menggambarkan suatu fenomena meteorologi.

Tabel 1. Kanal dalam Himawari 8

Kanal	Panjang Gelombang	Resolusi (km)	Keterangan
1	0.47	1	VIS 1
2	0.51	1	VIS 2
3	0.64	0.5	VIS 3
4	0.86	1	NIR 1 (I4)
5	1.6	2	NIR 2
6	2.3	2	NIR 3
7	3.9	2	SWIR
8	6.2	2	WV 1
9	6.9	2	WV 2
10	7.3	2	WV 3
11	8.6	2	SO2 (MI)
12	9.6	2	O3
13	10.4	2	LWIR 1 (IR)
14	11.2	2	LWIR 2
15	12.4	2	LWIR 3 (I2)
16	13.3	2	CO2

BMKG telah mengembangkan sebuah skema untuk mendeteksi debu vulkanis yang menggunakan kanal I4, IR, dan I2 pada satelit Himawari 8. Prinsip utama dari penggunaan kanal ini adalah adanya *Brightness Temperature Different* (BTD) dari kanal IR dan I2 yang berbeda ketika melewati awan meteorologis dan debu vulkanis. Penggunaan kanal I4 adalah untuk membantu kinerja IR, dimana I4 memiliki *response function* lebih besar yaitu 300K berbanding 360K. Hal ini menyebabkan I4 menjadi lebih peka terhadap deteksi adanya titik panas.

JMA sebagai pemilik Himawari 8 juga membuat skema tersendiri untuk mendeteksi debu vulkanis yaitu skema *ash*. Skema *ash* RGB dapat ditampilkan dari penggabungan 3 citra berbeda yaitu BTD (*brightness temperature difference*) di kanal I2 dengan IR, BTD kanal IR dengan MI, dan kanal IR.

Letusan gunung berapi menghasilkan debu vulkanis dengan konsentrasi sulfur dioksida (SO₂) yang tinggi. Kadar SO₂ dapat terdeteksi oleh kanal MI. Debu vulkanis yang mengandung SO₂ lebih transparan di IR 10.4 µm dibanding IR 8.6 µm sehingga apabila perbedaan *brightness temperature* positif berarti itu adalah debu vulkanis. Awan

meteorologis lebih transparan pada IR 8.6 μm dari pada 10.4 μm sehingga apabila BTDR (*brightness temperature difference*) negatif maka itu adalah awan meteorologis.

Penelitian ini menggunakan contoh studi kasus saat kejadian letusan Gunung Barujari pada tanggal 4 November 2015 di Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat. Gunung Barujari merupakan anak dari Gunung Rinjani. Pada saat letusan di tanggal 4 November 2015, arah sebaran debu vulkanisnya mengarah ke arah barat hingga mencapai wilayah Bali dan Jawa Timur.

Metodologi

Data

Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data *raw* dari citra satelit Himawari 8 yang didapat di sub bagian citra satelit BMKG Jakarta. Data yang digunakan adalah data pada kanal I4 (3.9 μm), MI (8.6 μm), IR (10.4 μm), dan I2 (12.4 μm).

Alat Penelitian

Penelitian ini menggunakan peralatan sebagai berikut:

1. Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini yaitu laptop dengan merek Asus seri N46vm dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Operating System : Windows 7 Ultimate 64 bit
- Processor : Intel® Core™ i5-3210M CPU @ 2.50 GHz 2.50 GHz
- Memory : 8 Gigabyte RAM

2. Perangkat Lunak

Pengolahan data menggunakan perangkat lunak GMSLDP 64-bit yang dapat dijalankan pada platform Windows 64-bit.

Teknik Pengolahan Data

Untuk mengamati sebaran debu vulkanis digunakan teknik RGB dengan 2 skema berbeda, yaitu skema debu vulkanis BMKG dan skema ash RGB. Teknik RGB berarti menggabungkan 3 citra yang berbeda untuk ditampilkan hanya dalam 1 citra yang lebih informatif.

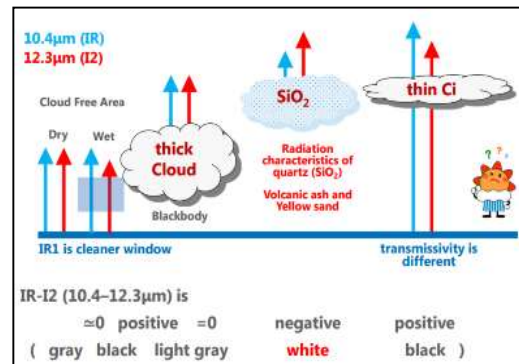
Adapun proses yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Split Window BTDR (*Brightness Temperature Difference*)

Skema debu vulkanis BMKG dan skema ash RGB menggunakan perbedaan dari 2 kanal dimana nilai kecerahan suhu pada satu citra dikurangi dengan nilai kecerahan suhu pada citra lainnya. Hal ini bertujuan untuk

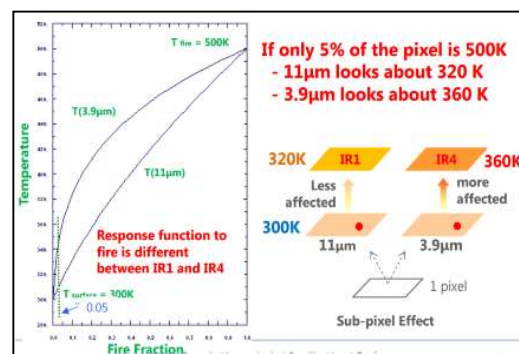
mempermudah dalam mendeteksi keberadaan debu vulkanis dibanding dengan menggunakan citra kanal tunggal.

Dalam skema debu vulkanis BMKG digunakan nilai BTDR (*brightness temperature difference*) antara kanal IR (10.4 μm) dengan kanal IR2 (12.4 μm). Energi inframerah yang melewati lapisan debu vulkanis memiliki suhu kecerahan lebih dingin di kanal 10.4 μm daripada kanal 12.4 μm . Hal ini dikarenakan debu vulkanis lebih sensitif dan menyerap lebih banyak energi dari kanal 10.4 μm . Sifat debu vulkanis ini menyebabkan nilai BTDR menjadi negatif cerah. Sebaliknya energi inframerah yang melewati lapisan awan dimana awan kurang peka terhadap gelombang pada kanal 10.4 μm . Hal ini menyebabkan nilai suhu kecerahan pada kanal 10.4 μm lebih besar daripada kanal 12.4 μm sehingga menghasilkan BTDR dengan nilai positif dan berwarna gelap.



Gambar 1. BTDR IR-I2 dari skema debu vulkanis BMKG

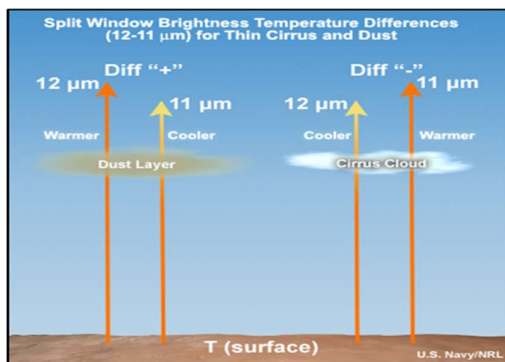
Skema debu vulkanis BMKG juga menggunakan nilai BTDR antara kanal I4 (3.9 μm) dan IR (10.4 μm) untuk menguatkan *response function* dari kedua kanal tersebut terhadap titik panas dalam citra.



Gambar 2. Prinsip penggunaan BTDR antara kanal I4 (3.9 μm) dan IR (10.4 μm)

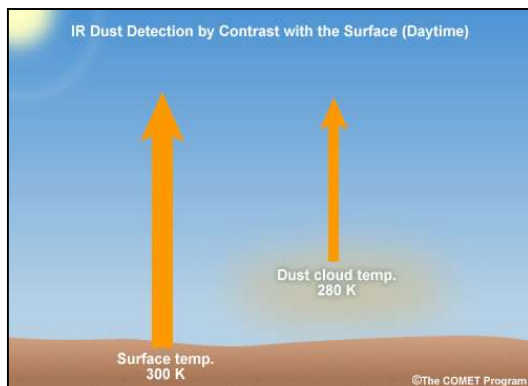
Berbeda dengan skema debu vulkanik BMKG, skema *ash* menggunakan nilai BTD (*brightness temperature difference*) antara kanal I2 ($12.4 \mu\text{m}$) dengan kanal IR ($10.4 \mu\text{m}$). Prinsip kerja BTD ini hampir sama dengan dengan BTD di skema BMKG, akan tetapi nilai BTD menjadi positif cerah ketika melalui debu vulkanik dan bernilai negatif serta berwarna gelap ketika melalui awan meteorologis.

Selain menggunakan nilai BTD kanal I2 ($12.4 \mu\text{m}$) dan IR ($10.4 \mu\text{m}$), pada skema *ash* juga menggunakan nilai BTD dari kanal IR ($10.4 \mu\text{m}$) dengan kanal MI ($8.6 \mu\text{m}$). Akan tetapi baik pada lapisan debu vulkanik maupun awan meteorologis, nilai BTD dari keduanya selalu negatif. Hal ini tentunya dapat menyulitkan dalam membedakan keduanya. Menanggulangi hal tersebut dilakukan pengaturan pada range suhu radiasi pada kanal ini, dimana suhu dibatasi pada -4 K sampai 5 K sehingga didapatkan tampilan citra yang cukup baik dalam membedakan debu vulkanik dengan awan meteorologis.

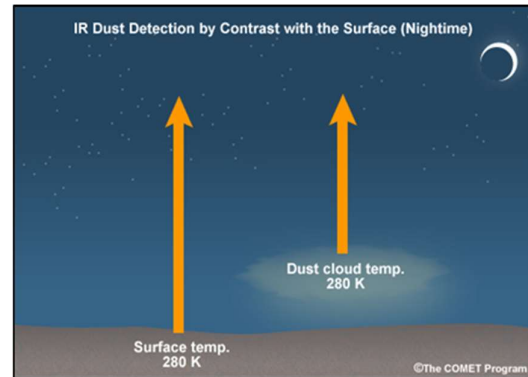


Gambar 3. Perbedaan absorbs dari lapisan debu vulkanik dengan lapisan awan meteorologis. Nilai $12.0 \mu\text{m}$ dan $11.0 \mu\text{m}$ pada gambar dianggap mendekati kanal Himawari 8 yaitu kanal $12.4 \mu\text{m}$ dan kanal $10.4 \mu\text{m}$.

2. Contrast Stretching



(a)



(b)

Gambar 4. Perbandingan suhu radiasi yang dipancarkan permukaan dengan debu-debu pada suatu lapisan. (a) Kondisi di siang hari dan (b) Kondisi di malam hari

Contrast stretching dilakukan dengan memperhatikan bagaimana kanal dapat mendeteksi adanya partikel debu pada suatu lapisan. Suhu radiasi yang dipancarkan oleh permukaan lebih besar daripada suhu radiasi yang dipancarkan oleh debu-debu disuatu lapisan. Akan tetapi dalam melakukan *contrast stretching* terdapat keterbatasan yaitu ketika malam hari, suhu radiasi dari debu akan sama dengan suhu radiasi dari permukaan. Untuk membatasi tingkat kontras pada citra dan untuk menguatkan tampilan dari debu, digunakan range suhu radiasi $208 \text{ K} - 243 \text{ K}$ pada skema *ash*. Perbedaan ini bertujuan untuk lebih fokus kepada karakteristik dari debu vulkanik. Baik pada skema BMKG maupun skema *ash* hasil dari *contrast stretching* akan meningkatkan ciri-ciri dari debu vulkanik. Hal ini akan memberikan informasi yang lebih bermanfaat ketika digabungkan dengan citra lainnya dalam citra RGB.

Pada skema debu vulkanik BMKG, tidak dilakukan *contrast stretching* pada kanal manapun. Khusus pada kanal tunggal yang digunakan dalam skema BMKG hanya menggunakan pengaturan secara default.

3. Teknik RGB (Red-Green-Blue)

Selanjutnya adalah menggabungkan ketiga citra yang telah dihasilkan dari proses *contrast stretching* dan BTD dengan menggunakan teknik RGB. Pada skema debu vulkanik BMKG pembagian warna terbaik dari setiap citra adalah sebagai berikut:

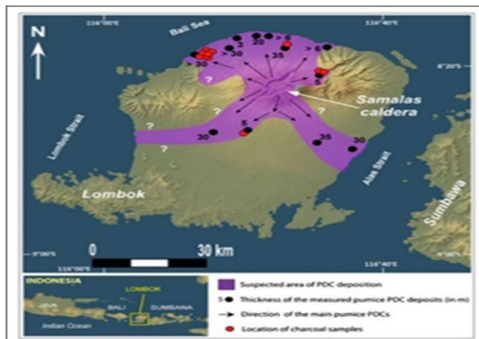
- Merah untuk citra hasil BTD dari kanal $10.4 \mu\text{m}$ dikurangi kanal $12.4 \mu\text{m}$.
- Hijau untuk citra hasil BTD dari kanal I4 ($3.9 \mu\text{m}$) dikurangi kanal IR ($10.4 \mu\text{m}$)
- Biru untuk citra kanal I4 ($3.9 \mu\text{m}$).

Sedangkan pada skema *ash* RGB digunakan pengaturan warna sebagai berikut:

- Merah untuk citra hasil BTD dari kanal 12.4 μm dikurangi kanal 10.4 μm
- Hijau untuk citra hasil BTD dari kanal 10.4 μm dikurangi kanal 8.6 μm
- Hijau untuk citra *contrast stretching* kanal 10.4 μm

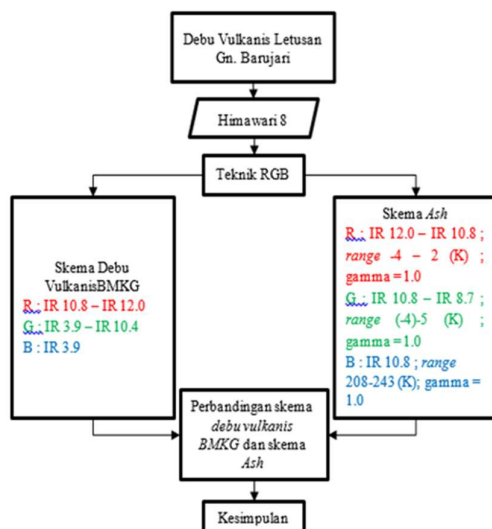
Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah Gunung Barujari yang merupakan anak Gunung Rinjani yang terletak di Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat. Gunung ini memiliki kawah berukuran 170x20 m dengan ketinggian 2.296-2.376 m di atas permukaan laut (m dpl). Gunung Barujari berada di sisi timur kaldera Danau Segara Anak. Gunung Barujari terakhir meletus pada 25 Oktober 2015 dan 3 November 2015. Letusan terakhir bahkan berlangsung hingga bulan Desember 2015 (*Volcanodiscovery*, 2015). Sebelumnya, Gunung Barujari tercatat meletus pada 1944, 1966, 1994, 2009 dan 2004.



Gambar 5. Lokasi penelitian Gunung Barujari, Lombok, Nusa Tenggara Barat (Lavigne dkk, 2013)

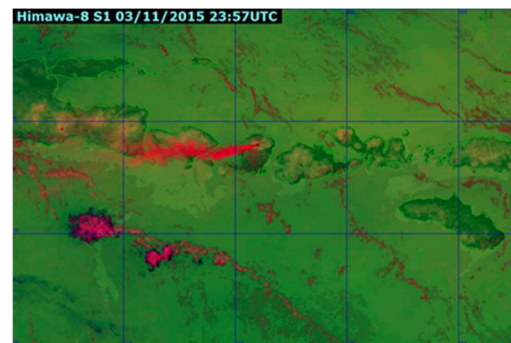
Diagram Alir Penelitian



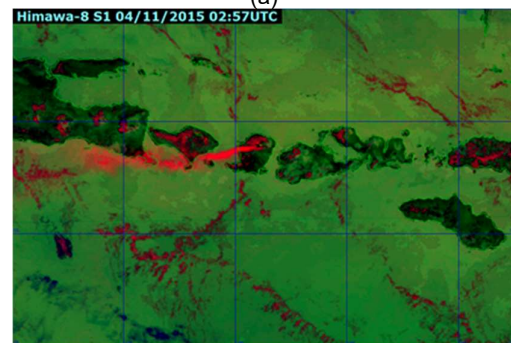
Hasil dan Pembahasan / Results and Discussion

Skema Debu Vulkanis BMKG

Hasil pengolahan citra satelit dengan menggunakan Skema debu vulkanis BMKG menampilkan sebaran debu vulkanis dengan warna merah merah terang dengan *background* warna hijau yang mewakili lautan dan daratan. Pada pukul 00.00 UTC hingga 03.00 UTC, sebaran debu vulkanis Gunung Barujari mengarah ke arah barat hingga menutupi Jawa Timur bagian tengah hingga selatan dan hampir seluruh Pulau Bali. Kondisi inilah yang mengakibatkan bandar udara Blimbing Sari yang terletak di daerah Banyuwangi, bandara Ngurah Rai di Bali, bandara Selaparang Mataram dan bandara Internasional Lombok di Lombok ditutup sejak pagi hari sekitar pukul 08.45 WITA pada tanggal 4 November 2015.



(a)

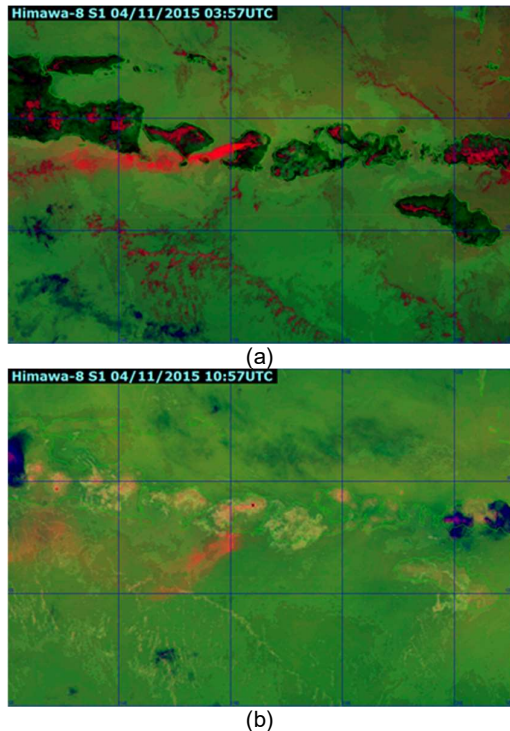


(b)

Gambar 6. Citra yang ditampilkan dengan skema debu vulkanis BMKG. (a) Skema BMKG pukul 00.00 UTC. (b) Skema BMKG pukul 03.00 UTC.

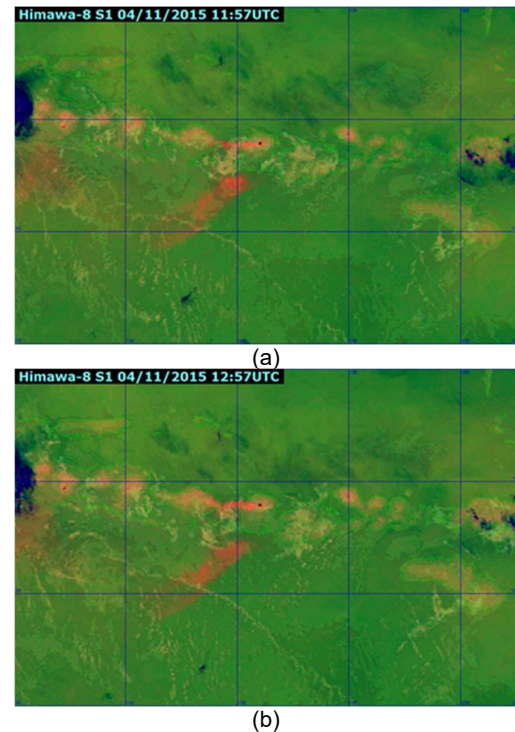
Memasuki pukul 04.00 UTC, sebaran debu vulkanis Gunung Barujari bergeser ke arah barat daya sehingga hanya menutupi daerah Jawa Timur dan Pulau Bali bagian tengah hingga selatan. Semakin sore sebaran debu vulkanis semakin mengarah ke arah barat daya sehingga hanya tinggal menutupi wilayah Jawa Timur dan Bali bagian selatan.

Sekitar pukul 11.00 UTC, debu vulkanis terpantau sudah tidak menutupi wilayah Jawa Timur. hanya sebarannya masih terpantau di sekitar perairan selatan Jawa Timur. untuk wilayah Pulau Bali, liputan debu vulkanis yang cukup pekat masih nampak di perairan Pulau Bali bagian timur.



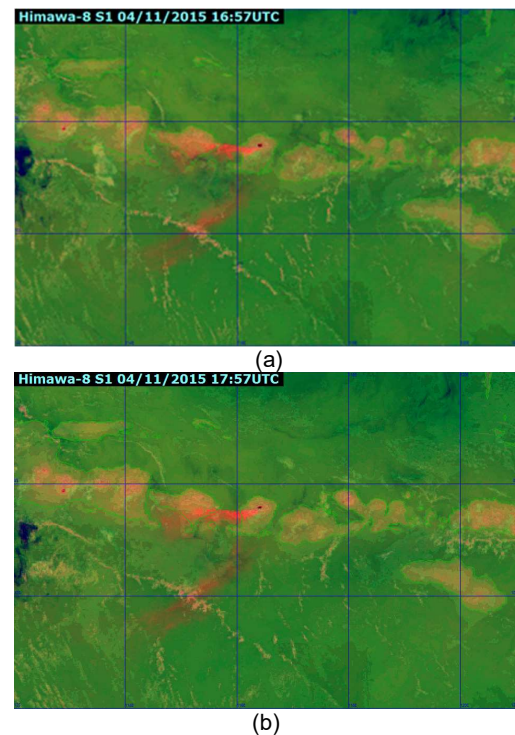
Gambar 7. Citra yang ditampilkan dengan skema debu vulkanis BMKG. (a) Skema BMKG pukul 04.00 UTC. (b) Skema BMKG pukul 11.00 UTC.

Satu jam kemudian yaitu pukul 12.00 UTC, sebaran debu vulkanis ini kembali menutupi Pulau Bali bagian tengah hingga timur. Mulai pukul 13.00 UTC, sebaran debu vulkanis Gunung Barujari tampak menyebar. Sebarannya mencapai sebagian besar wilayah Pulau Bali mulai dari Pulau Bali bagian barat hingga timur serta menyebar ke perairan selatan Pulau Lombok. Arah sebarannya semakin mengarah ke barat daya hingga selatan Kondisi ini terus bertahan hingga pukul 17.00 UTC.

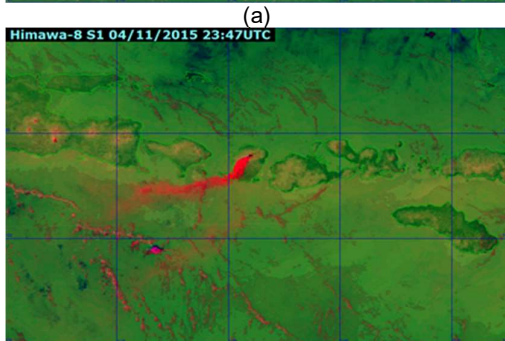
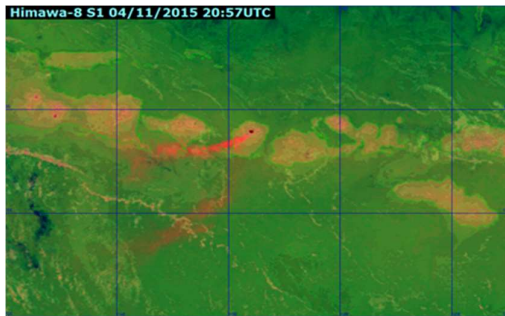


Gambar 8. Citra yang ditampilkan dengan skema debu vulkanis BMKG. (atas) Skema BMKG pukul 12.00 UTC. (b) Skema BMKG pukul 13.00 UTC.

Selanjutnya pukul 18.00 UTC sebaran debu vulkanis di atas wilayah Bali menutupi Pulau Bali bagian tengah sampai selatan.



Gambar 9. Citra yang ditampilkan dengan skema debu vulkanik BMKG. (atas) Skema BMKG pukul 17.00 UTC. (b) Skema BMKG pukul 18.00 UTC.

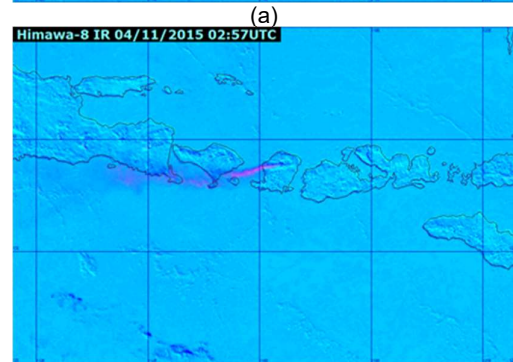
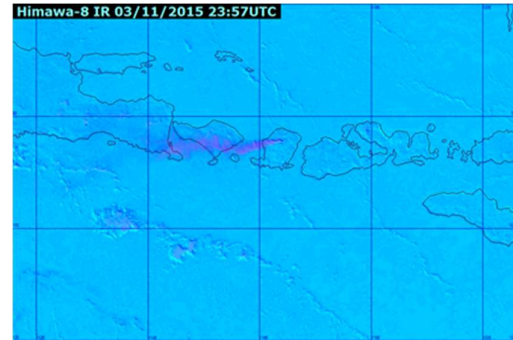


Gambar 10. Citra yang ditampilkan dengan skema debu vulkanik BMKG. (atas) Skema BMKG pukul 21.00 UTC. (b) Skema BMKG pukul 23.47 UTC.

Mulai pukul 23.00 UTC sebaran debu vulkanis mulai mengarah ke barat daya semakin menjauhi Pulau Bali dan hanya menutupi wilayah barat Pulau Lombok hingga ke perairan selatan Pulau Bali.

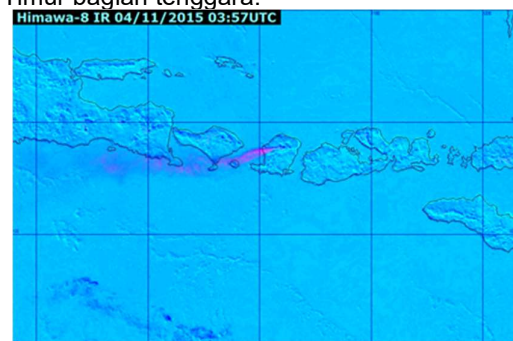
Teknik RGB Skema Ash

Hasil pengolahan citra satelit dengan teknik RGB skema ash memiliki tampilan yang tidak jauh berbeda dengan hasil dari skema BMKG. Warna debu vulkanis adalah merah muda tetapi sedikit lebih transparan. Begitu juga warna *background* dari skema ash. Terlihat daratan dan perairan diwakili dengan warna biru muda yang lebih muda daripada warna yang ditampilkan oleh skema BMKG. Arah sebaran debu vulkanis pada pukul 00.00 UTC dapat dilihat dari citra adalah menuju arah barat menutupi sebagian Pulau Bali hingga sebagian Jawa Timur.

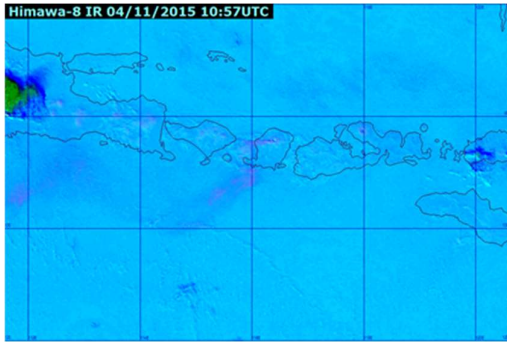


Gambar 11. Citra yang ditampilkan dengan skema ash. (a) Skema ash pukul 00.00 UTC. (b) Skema ash pukul 03.00 UTC

Pukul 04.00 UTC, terlihat pergerakan debu vulkanis Gunung Barujari bergerak ke arah barat daya. Sebaran debu masih menutupi Pulau Bali bagian selatan dan sebagian perairan tenggara Jawa Timur. Semakin sore, pergerakan debu vulkanis makin mengarah ke arah barat daya hingga selatan sehingga hanya menutupi Pulau Bali bagian selatan dan sebagian perairan Jawa Timur bagian tenggara.



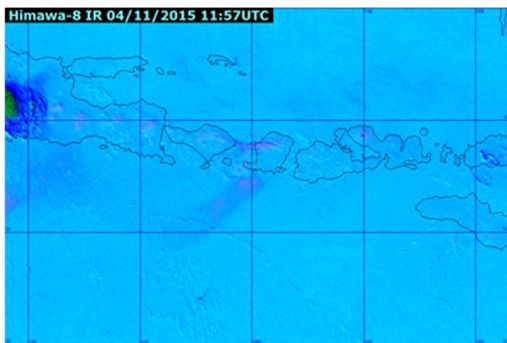
(a)



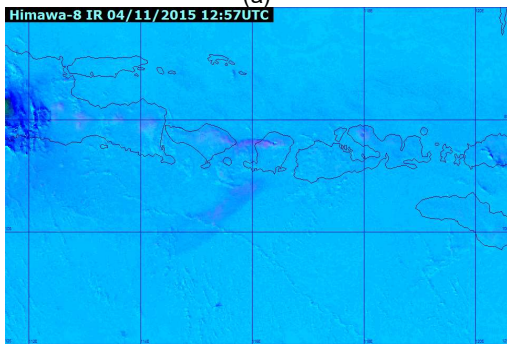
(b)

Gambar 12. Citra yang ditampilkan dengan skema ash. (a) Skema ash pukul 04.00 UTC. (b) Skema ash pukul 11.00 UTC

Pada pukul 11.00 UTC, debu vulkanis terlihat mulai menjauhi wilayah Jawa Timur. Sebarannya masih terpantau di sekitar perairan selatan Jawa Timur dan perairan timur Pulau Bali. Satu jam kemudian yaitu pukul 12.00 UTC, sebaran debu vulkanis hanya berada di sekitar perairan Pulau Bali bagian timur.



(a)

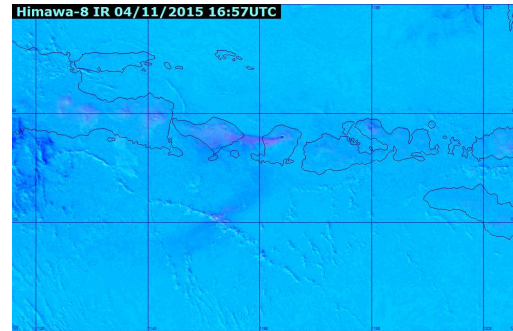


(b)

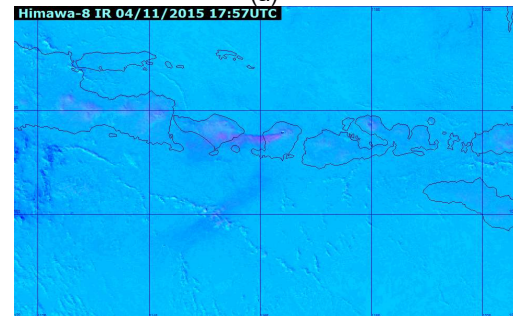
Gambar 13. Citra yang ditampilkan dengan skema ash. (a) Skema ash pukul 12.00 UTC. (b) Skema ash pukul 13.00 UTC

Mulai pukul 13.00 UTC, sebaran debu vulkanis Gunung Barujari tampak menyebar. Sebarannya mencapai sebagian besar wilayah Pulau Bali mulai dari Pulau Bali bagian barat hingga timur serta menyebar ke perairan

selatan Pulau Lombok. Kondisi ini terus bertahan hingga pukul 17.00 UTC.



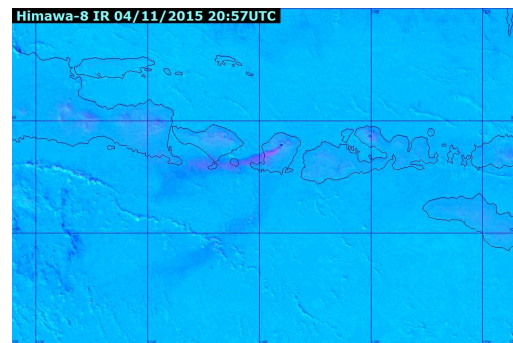
(a)



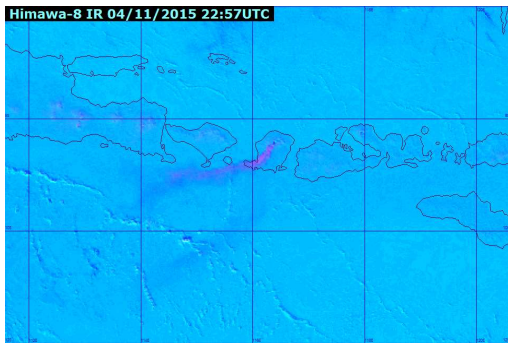
(b)

Gambar 14. Citra yang ditampilkan dengan skema ash. (a) Skema ash pukul 17.00 UTC. (b) Skema ash pukul 18.00 UTC

Selanjutnya pukul 18.00 UTC sebaran debu vulkanis cukup pekat di atas wilayah Bali menutupi Pulau Bali bagian tengah sampai selatan. Sebaran debu vulkanis di atas Pulau Bali semakin terbuka. Sebagian besar menyebar di atas wilayah perairan selatan Pulau Bali dan menutupi wilayah barat Pulau Lombok.



(a)



(b)

Gambar 15. Citra yang ditampilkan dengan skema ash. (a) Skema ash pukul 21.00 UTC. (b) Skema ash pukul 23.00 UTC

Pada pukul 21.00 UTC debu vulkanis masih menutupi sebagian Pulau Lombok bagian barat serta sebagian kecil Pulau Bali bagian selatan. Pada pukul 23.00 UTC debu vulkanis semakin bergerak ke arah barat daya menjauhi Pulau Bali dan hanya menutupi bagian barat Pulau Lombok dan perairan bagian selatan dari Pulau Bali dan Lombok.

Kesimpulan

Dari citra satelit Himawari-8 tanggal 4 November 2015 diketahui bahwa arah sebaran debu vulkanis pada pukul 00.00 UTC mengarah ke arah barat Pulau Lombok terdispersi hingga menutupi sebagian Pulau Bali dan sebagian Jawa Timur. Pukul 06.00 UTC, pola dispersi debu vulkanis mulai sporadis ke arah barat dan barat daya dari sumber letusan. Pada pukul 12.00 UTC, sebaran debu vulkanis secara sporadis mencapai Pulau Bali, Lombok, dan Sumbawa. Setelah pukul 21.00 UTC, sebaran debu vulkanis semakin mengarah ke arah barat daya hingga selatan sehingga Pulau Bali tidak tertutupi lagi dan hanya menyisakan bagian barat Pulau Lombok hingga perairan selatan Pulau Bali yang tertutupi oleh debu vulkanis.

Penggunaan kedua skema dalam penelitian ini, baik skema debu vulkanis BMKG maupun skema ash, sama-sama dapat menggambarkan pergerakan debu vulkanis dengan baik namun warna debu vulkanis yang ditampilkan oleh skema BMKG cenderung lebih terang dan menyala jika dibandingkan dengan warna yang ditampilkan oleh skema ash. Warna background yang ditampilkan skema ash memang lebih menyala, akan tetapi tidak mampu menampilkan warna debu vulkanis yang terang dan menyala seperti pada skema BMKG. Pada beberapa citra skema BMKG ditemukan kelemahan yaitu ketika debu vulkanis berdekatan atau bahkan

sedikit bercampur dengan awan meteorologis, warna debu vulkanis yang berwarna merah hampir sama dengan warna awan-awan meteorologis level menengah. Tentunya apabila tanpa pengalaman dan pelatihan akan riskan untuk terjadi kesalahan dalam interpretasi. Sedangkan pada skema ash RGB, pada jam yang sama, berhasil mengeliminasi awan-awan tersebut sehingga sebaran debu vulkanis dapat dilihat dengan lebih baik.

Daftar Pustaka

- EUMETRAIN, 2010, Volcanic Ash Training Module, [daring] (<http://www.eumetrain.org/data/1/144/navmenu.php?page=3.3.0>, diakses 12 Juni 2016)
- Molthan, A.L., Fuell, K.K., Oswald, H.K., dan Knaff, J.A., 2012, Developing of RGB Composite Imagery for Operational Weather Forecasting Applications, [daring] (www.goes-r.gov/downloads/2012-AMS/poster01/301-Molthan.pdf, diakses 18 Februari 2016).
- Granyia, Baru Jari, 2015, Son of Rinjani and Samalas – A Time Line [daring] (<https://volcanohotspot.wordpress.com/2015/11/06/baru-jari-son-of-rinjani-and-samalas-a-time-line/>, diakses 11 Juni 2016)
- Kurino, T., 2015, Introduction to Himawari- 8/9 Operation, Data Dissemination and Products [daring] (www.goes-r.gov/downloads/.../09-2015_JMA%20presentation_Kurino.pdf, diakses 10 Juni 2016)
- Meteorological Satellite Center, 2015, Dust RGB Detection of Yellow Sand (Asian Dust) [daring] (http://www.data.jma.go.jp/mscweb/en/VRL/VLab_RGB/RGBImage.html, diakses 10 Juni 2016).
- Shimizu, A., 2015, Outline of RGB Composite Imagery [daring] (www.data.jma.go.jp/mscweb/en/.../RGB/.../Outline_RGB_composite.pdf, diakses 10 Juni 2016)
- The COMET® Program, 2015, Multispectral Satellite Application: RGB Products Explained [daring] (http://www.meted.ucar.edu/satmet/multispectral_topics/rgb/navmenu.php?tab=1&page=3-2-4&type=text#, diakses 12 Juni 2016)

- Volcano Discovery, 2015, Rinjani Volcani [daring](<https://www.volcanodiscovery.com/rinjani.html>, diakses 10 Juni 2016)
- Wiguna, P.P.H., Wati, K.S., 2016, Uji Skema Dust RGB dan Ash RGB Untuk Informasi Sebaran Debu Vulkanis Menggunakan Satelit Himawari 8 (Studi Kasus: Erupsi Gunung Barujari 04 November 2015), Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jarak Jauh-2016, Jakarta.
- Setiawati, A.O., Analisa dan Pengolahan Citra Satelit Cuaca, Sub bidang pengelolaan citra Satelit, Bidang pengelolaan citra Inderaja BMKG, Jakarta.