

IDENTIFIKASI TRAJEKTORI DEBU VULKANIK LETUSAN GUNUNG GAMALAMA DENGAN *HYSPLIT* DAN METODE RGB PADA CITRA SATELIT HIMAWARI 8

Muhammad Ryan*, Khafid Rizki Pratama

Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Tangerang Selatan

*Email : nayrhum@gmail.com

ABSTRAK

Kejadian letusan gunung berapi di wilayah Indonesia mengakibatkan dampak yang signifikan terhadap kondisi atmosfer khususnya sebaran debu vulkanik. Adanya sebaran debu vulkanik ini sangat membahayakan dalam dunia penerbangan. Jika dideteksi ada sebaran debu vulkanik pada rute penerbangan, bisa menyebabkan pengalihan rute penerbangan dan penutupan bandara. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi trajektori debu vulkanik letusan gunung Gamalama pada tanggal 3 Agustus 2016. Dalam identifikasi debu vulkanik menggunakan model numerik Hysplit dan metode RGB pada citra satelit Himawari 8 dengan kanal IR2, IR4 dan VIS. Keluaran model pada Hysplit merupakan sistem pemodelan untuk menghitung trajektori parcel udara sederhana dengan pendekatan Lagrangian dan metode Eulerian. Hasil model Hysplit menghasilkan trayek sebaran debu vulkanik gunung Gamalama kearah tenggara hingga selatan pada level permukaan dan kearah barat laut pada level ketinggian maksimum 60000 feet dengan konsentrasi partikel mencapai sekitar >1000 mg/m². Hasil identifikasi citra satelit Himawari 8 dengan metode RGB menggunakan gabungan 3 variasi citra kanal menunjukkan sebaran debu vulkanik mengarah kearah barat laut dengan luasan partikel yang hampir menutupi sebagian wilayah Ternate. Perbandingan terhadap model Hysplit dan metode RGB pada citra satelit Himawari 8 menghasilkan output yang hampir sama. Hal ini dikarenakan hasil metode RGB citra satelit jam 15.00 UTC pada wilayah tersebut terjadi pertumbuhan awan dan gangguan sekitar sehingga tertutup awan dan sulit untuk mendeteksi sebaran debu vulkanik.

Kata kunci : debu vulkanik, RGB, Hysplit

ABSTRACT

Occurrence of volcanic eruptions in Indonesia resulted in a significant impact on atmospheric conditions, especially the spread of volcanic ash. The presence of volcanic ash distribution is very dangerous in the world of aviation. If detected no spread of volcanic ash on flight routes, could lead to the transfer of flights and the closure of the airport. This study aims to identify the trajectory of the volcanic ash eruption of Mount Gamalama on August 3, 2016. In the identification of volcanic ash Hysplit using numerical models and satellite imagery method Himawari RGB channel 8 with IR2, IR4 and VIS. Hysplit model output on a modeling system to calculate the trajectory of a simple air parcel with pendekatan Lagrangian and Eulerian methods. The model results Hysplit yield spread of volcanic ash trajectory Gamalama mountain towards the southeast to south on a level surface and toward the northwest at the level of the maximum altitude of 60000 feet with the particle concentration reaches about > 1000 mg /m². Results Himawari 8 satellite image identification method using the RGB composite channel 3 variations image shows the distribution of volcanic ash leads towards the northwest with an area of particles that nearly cover most regions of Ternate. Comparison of the models and methods RGB Hysplit on satellite images Himawari 8 produces an output that is almost the same. This is because the results of the methods RGB satellite image at 15:00 UTC in the region of clouds and disorders growth occurs around so clouded and difficult to detect the spread of volcanic ash.

Keyword : volcanic ash, RGB, Hysplit

I. PENDAHULUAN

Abu Vulkanik merupakan leburan bagian dalam gunung yang terdiri dari batu – batu yang hancur, mineral dan kaca vulkanik yang dikeluarkan saat letusan gunung berapi, berdiameter kurang dari 2 mm (0,079 inci). Abu vulkanik, Istilah ini juga sering digunakan untuk merujuk kepada

semua produk letusan eksplosif (seharusnya sebagai tephra), walaupun partikelnya lebih besar dari 2 mm. Abu vulkanik terbentuk selama letusan gunung berapi ledakan ketika gas-gas terlarut dalam magma berekspansi dan meluncur dengan kencang ke atmosfer. Kekuatan gas yang meluncur ini menghancurkan magma dan mendorongnya ke luar di mana magma akan mengeras menjadi fragmen-fragmen batuan vulkanik dan kaca. abu juga diproduksi ketika magma kontak dengan air selama letusan freatomagmatik menyebabkan air langsung menguap dan menyebabkan pecahan magma terbawa uap keatas. Setelah di udara, abu diangkut oleh angin hingga ribuan kilometer jauhnya. Abu vulkanik yang terbentuk selama letusan gunung berapi ledakan, letusan freatomagmatik dan selama transportasi di arus piroklastik (piroklastik: salah satu hasil letusan gunung berapi yang bergerak dengan cepat dan terdiri dari gas panas, abu vulkanik, dan bebatuan).

Salah satu gunung aktif di wilayah Maluku Utara yaitu Gunung Gamalama yang letaknya dekat kota Ternate terjadi erupsi hebat pada tanggal 3 Agustus 2016. Dampak erupsi tersebut menyebabkan kelumpuhan pada beberapa sektor di wilayah Ternate tidak terkecuali gangguan terhadap transportasi bandara yang berakibat pada tutupnya bandara Babullah. Pada saat terjadi erupsi, abu vulkanik yang memuat partikel berbahaya menyebar luas di atmosfer. Pendeteksian lebih dini (early warning) terhadap penyebaran abu vulkanik perlu dilakukan. Dengan menggunakan citra satelit Himawari 8 yang diolah dalam metode RGB dapat mendeteksi keberadaan sebaran abu vulkanik lebih dini.

1.1 Metode RGB (Red, Grey, Blue)

Metode RGB merupakan suatu teknik untuk menampilkan citra satelit dengan melakukan overlapping dari beberapa kanal. dengan metode ini, informasi dari beberapa kanal dapat ditampilkan dalam satu citra sehingga

memudahkan dalam melakukan interpretasi. Intensitas masing-masing komponen memuat warna merah, hijau dan biru ditentukan dengan menggunakan panjang gelombang anal tunggal atau beda antara 2 kanal. Trajektori sebaran kejadian erupsi gunung Gamalama perlu dilakukan mengingat dampaknya dapat mengakibatkan pengaruh yang serius pada beberapa sektor terlebih jalur penerbangan.

1.2 Model HYSPLIT

Model *Hysplit* adalah sistem yang lengkap untuk menghitung lintasan udara parcel sederhana, serta transportasi yang kompleks, dispersi, transformasi kimia, dan simulasi deposisi. *Hysplit* juga telah digunakan dalam berbagai simulasi yang menggambarkan atmosfer transportasi, dispersi, dan deposisi polutan dan bahan berbahaya. Beberapa contoh aplikasi yang termasuk pelacakan dan peramalan pelepasan bahan radioaktif, asap api, debu yang tertiuap angin, polutan dari berbagai sumber emisi stasioner dan mobile, alergen dan abu vulkanik. Model perhitungan yang digunakan dalam pemodelan *Hysplit* ini adalah gabungan dari pendekatan Lagrangian dan metode Eulerian. Dalam model partikel, tetap jumlah partikel advected tentang domain model yang oleh medan angin mean dan disebarkan oleh komponen bergejolak. konfigurasi default model mengasumsikan distribusi partikel 3-dimensi (horizontal dan vertikal). Debu vulkanik dalam penyebarannya memanfaatkan angin, untuk itu dengan *mentracking* parcel udara debu vulkanik tersebut, trajektori dari debu vulkanik bisa diidentifikasi.

II. METODE PENELITIAN

Wilayah fokus penelitian pada erupsi Gunung Gamalama pada korrdinat $0^{\circ}48'LU$ $127^{\circ}20'BT$ dan $0^{\circ}48'LU$ $127^{\circ}20'BT$ pada kejadian tanggal 3 Agustus 2016. Gunung Gamalama merupakan gunung *stratovolcano* kerucut yang merupakan keseluruhan pulau Ternate, Kepulauan Ternate. Mempunyai ketinggian 1.715 meter diatas permukaan laut dan merupakan salah satu gunung aktif di Indonesia.

Dalam melakukan penelitian ini, ada beberapa data yang akan digunakan untuk mengidentifikasi sebaran erupsi gunung gamalama diantaranya adalah

1. Data citra satelit Himawari 8 kanal IR4, IR2, dan VS tanggal 3 Agustus 2016.
2. Data reanalysis trajektori kejadian gunung Gamalama diakses melalui website READY NOAA untuk kejadian tanggal 3 Agustus 2016 jam 00.00 UTC hingga tanggal 4 Agustus 2016 jam 00.00 UTC.
3. Data ECMWF U-WIND dan V-WIND pada tanggal 3 Agustus 2016.

Metode RGB dilakukan dengan menggabungkan hasil citra satelit dari beberapa kanal menjadi 1 output citra. Jadi 2 atau 3 kanal yang berbeda tersebut hasil citranya di representasikan dalam warna merah, hijau, atau biru. Merah, hijau, dan biru adalah 3 warna dasar pembentuk cahaya. Intensitas yang didapatkan pada suatu citra di kanal tertentu bisa dilihat dari ketebalan warna yang mewakili kanal itu.

Model *Hysplit* dijalankan dengan menginput data yang telah diunduh melalui web <http://www.arl.noaa.gov/VolcAsh.php> kemudian dijalankan melalui software *Hysplit* Versi 3.00 dengan konfigurasi ketinggian partikel maksimum 60.000 feet.

Data streamline diperoleh dengan menggabungkan data u-wind dan data v-wind yang diunduh melalui website ECMWF Inter-Daily, diolah dalam aplikasi GrADS dengan konfigurasi koordinat sekitar wilayah wilayah tengah Indonesia hingga wilayah timur Indonesia.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

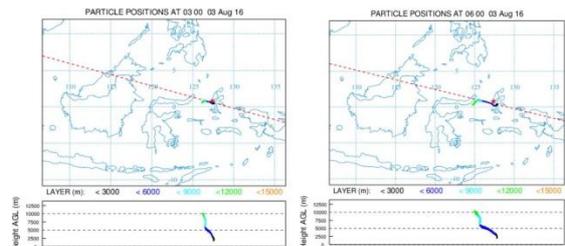
3.1 Hasil keluaran model HYSPLIT

a). Model Sebaran Partikel

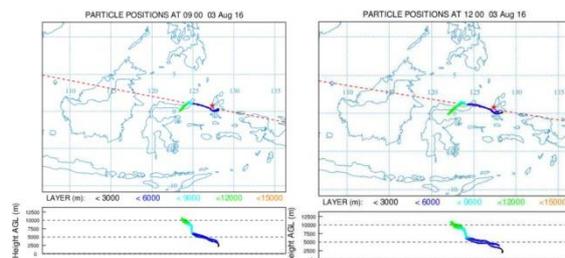
Berdasarkan hasil keluaran model *Hysplit* pada tanggal 3 Agustus 2016 telah terjadi letusan gunung gamalama, Letusan ini berdampak diberbagai sektor dan kehidupan. Salah satunya adalah berdampak pada terkontaminasinya atmosfer di wilayah terjadinya erupsi. Sebaran letusan gunung gamalama sangat perlu dikaji mengingat sangat membahayakan. Trajektori sebaran debu vulkanik sangat diperlukan guna menunjang keselamatan dan meminimalisir terjadinya kecelakaan pada penerbangan.

Dalam penelitian ini, ada dua metode yang akan digunakan untuk mengidentifikasi sebaran debu vulkanik antara lain dengan menggunakan *Hysplit* dan metode RGB pada citra satelit

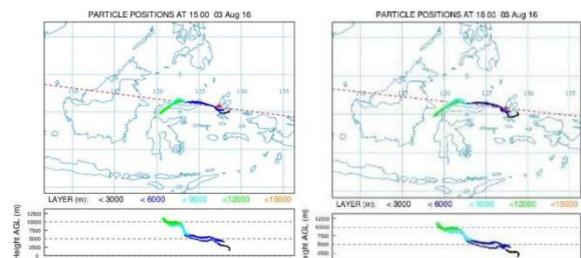
Himawari. Dalam model *Hysplit* ditampilkan bahwa pada tanggal 3 Agustus 2016 jam 00.00 UTC, letusan gunung Gamalama terjadi pertama kali dan menyemburkan debu vulkanik ke atmosfer dengan ketinggian rata-rata 2500-3000 meter dengan arah sebaran menuju barat laut. Pada jam 06.00 UTC, sebaran debu vulkanik diidentifikasi menuju arah barat laut mendekati wilayah Sulawesi Utara dengan arah ketinggian sebaran berkisar 5000-7500 meter.



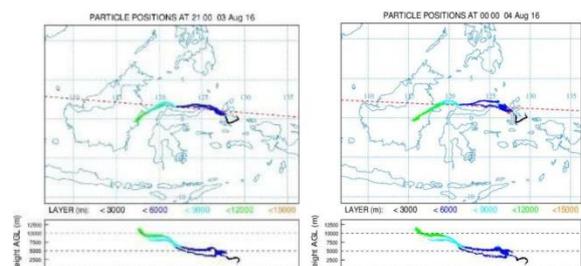
Gambar 1. Model sebaran partikel jam 03.00 UTC (kiri) dan jam 06.00 UTC (kanan)



Gambar 2. Model sebaran partikel jam 09.00 UTC (kiri) dan jam 12.00 UTC (kanan)



Gambar 3. Model sebaran partikel jam 15.00 UTC (kiri) dan jam 18.00 UTC (kanan)



Gambar 4. Model sebaran partikel jam 21.00 UTC (kiri) dan jam 24.00 UTC (kanan)

Kondisi ini mengakibatkan aktivitas penerbangan khususnya Bandara Internasional Samratulangi di tutup. Berdasarkan hasil keluaran model *Hysplit* pada jam 09.00 UTC, bahwa sebaran debu vulkanik menuju arah barat laut dengan ketinggian rata-rata 7500-10000 meter.

Sedangkan pada jam 12.00 UTC sebaran debu vulkanik menuju arah barat laut dengan pergerakan ketinggian mencapai 10.000 meter. Pergerakan pada jam 15.00 hingga 21.00 UTC menunjukkan ketinggian sebaran mencapai diatas 12.500 meter menuju barat daya hingga melewati wilayah Kepulauan Sulawesi Utara dan sebagian wilayah Kalimantan Timur

b). Model Konsentrasi Partikel HYSPLIT

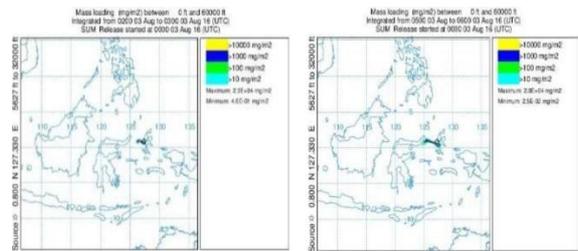
Selain pergerakan sebaran debu vulkanik, pada model *Hysplit* didapatkan konsentrasi partikel pada tiap-tiap ketinggian. Letusan gunung gamalama menghasilkan partikel yang tersebar diatmosfer. Hal ini di tunjukkan dengan hasil model, dimana pada jam 02.00 UTC - 03.00 UTC konsentrasi partikel yang disemburkan oleh gunung Gamalama mencapai nilai diatas 10000 mg/m².

Hal ini disebabkan erupsi letusan awal muncul masih memuat banyak partikel dan belum terlalu dipengaruhi oleh arah dan kecepatan angin. Pada jam 08.00 – 09.00 UTC menunjukkan konsentrasi partikel letusan gunung Gamalama mencapai lebih dari 1000 mg/m² menjauhi wilayah letusan.

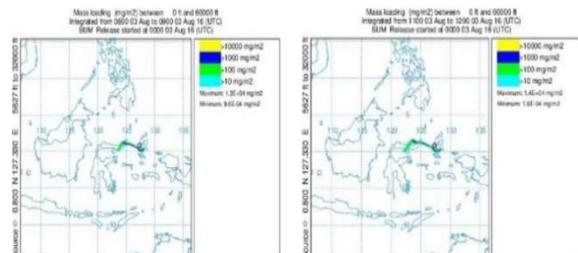
Pada jam 11.00 sampai 12.00 UTC menunjukkan konsentrasi partikel letusan mencapai lebih dari 100 mg/m² bergerak menuju kearah wilayah Gorontalo.

Berkurangnya konsentrasi partikel disebabkan adanya pengaruh pergerakan arah dan kecepatan angin. Sedangkan pada jam 14.00 sampai 15.00 UTC menunjukkan pengurangan konsentrasi partikel debu vulkanik diatas wilayah Sulawesi Utara dengan nilai konsentrasi sebesar lebih dari 100 mg/m². Jam 17.00 sampai 18.00 UTC, partikel bergerak kearah barat laut dengan nilai konsentrasi lebih dari 10 mg/m².

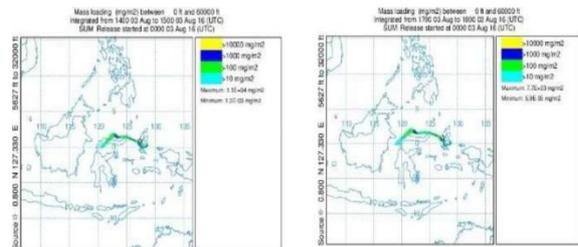
Hal ini disebabkan karena pengaruh dari pergerakan arah dan angin yang membuat konsentrasi partikel pada erupsi gunung Gamalama semakin kecil.



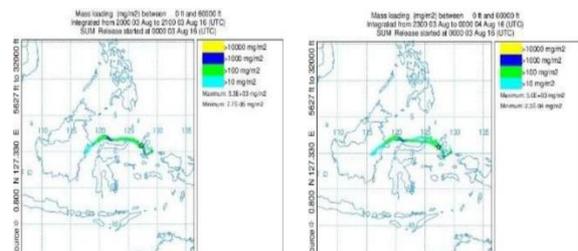
Gambar 5. Model konsentrasi partikel jam 03.00 UTC (kiri) dan jam 06.00 UTC (kanan)



Gambar 6. Model konsentrasi partikel jam 09.00 UTC (kiri) dan jam 12.00 UTC (kanan)



Gambar 7. Model konsentrasi partikel jam 15.00 UTC (kiri) dan jam 18.00 UTC (kanan)

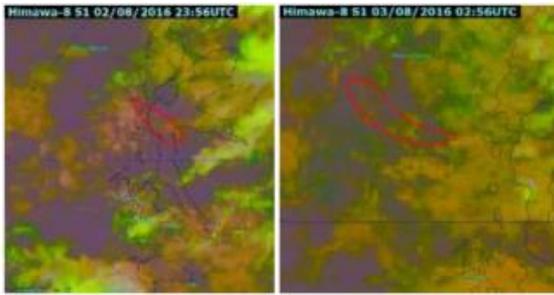


Gambar 8. Model konsentrasi partikel jam 21.00 UTC (kiri) dan jam 23.00 UTC (kanan)

3.2 Analisis Metode RGB

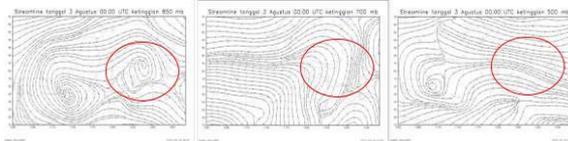
Hasil keluaran metode RGB menunjukkan adanya trayek sebaran debu vulkanik menuju arah tenggara pada jam 00.00 UTC. Pada jam 03.00 UTC terlihat sebaran debu vulkanik mengarah kearah barat laut. Posisi partikel meninggalkan wilayah Ternate dan menuju wilayah Sulawesi Utara Sedangkan pada jam 09.00 UTC awan konvektif mulai tumbuh pada wilayah sekitar pulau Ternate. Pada jam 15.00 UTC, identifikasi debu vulkanik sulit deteksi dikarenakan adanya pertumbuhan awan konvektif, dimana debu vulkanik menyatu

dengan awan konvektif yang susah untuk memperkirakan trayek sebaran debu vulkanik.

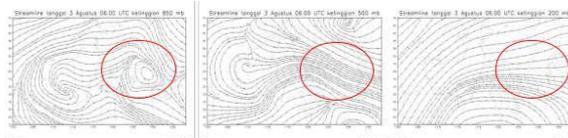


Gambar 9. Hasil keluaran metode RGB dengan aplikasi GMSLDP.

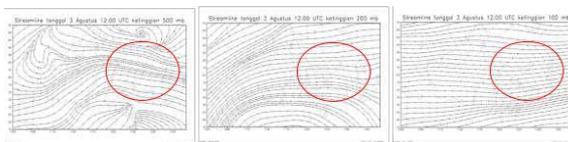
3.2 Analisis Streamline Tanggal 3 Agustus 2016



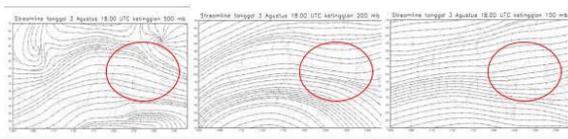
Gambar 10. Streamline jam 00.00 UTC pada ketinggian 850 mb (kiri), 700 mb (tengah), dan 500 mb (kanan)



Gambar 11. Streamline jam 06.00 UTC pada ketinggian 850 mb (kiri), 500 mb (tengah), dan 200 mb (kanan)



Gambar 12. Streamline jam 12.00 UTC pada ketinggian 500 mb (kiri), 200 mb (tengah), dan 100 mb (kanan).



Gambar 13. Streamline jam 12.00 UTC pada ketinggian 500 mb (kiri), 200 mb (tengah), dan 100 mb (kanan)

Verifikasi model *Hysplit* dilakukan dengan membandingkan data keluaran model dengan data streamline yang diunduh dari website ECMWF. Hal ini juga dilakukan untuk hasil keluaran dari metode RGB pada citra satelit Himawari 8. Pada lapisan 850 mb jam 00.00 UTC, arah angin dominan menuju arah tenggara. Pada jam 06.00 UTC, arah angin dominan menuju arah barat laut di lapisan 500. Hal ini sesuai dengan hasil keluaran model *Hysplit* jam 06.00 dengan ketinggian 10.000-12.500 meter. Pada jam 12.00 dan 18.00 UTC pada lapisan 500-100 mb, menunjukkan sebaran debu vulkanik mengarah kearah barat laut dan sesuai dengan keluaran model dengan ketinggian diatas 12.500 meter.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian bahwa dengan menggunakan model *Hysplit* didapatkan trajektori sebaran debu vulkanik yang hampir mendekati hasil output metode RGB pada citra satelit Himawari 8. Namun pada metode RGB memiliki kekurangan yaitu tidak dapat mengidentifikasi pada saat adanya pertumbuhan awan konvektif pada wilayah Ternate. Pergerakan konsentrasi partikel pada debu vulkanik diperkuat dengan analisis streamline setiap 6 jam sekali pada tanggal 3 Agustus 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Susilawati, A. (2012). Identifikasi Debu Vulkanik Menggunakan Satelit MTSAT-2. Bandung: Program Studi Meteorologi – Institut Teknologi Bandung
- Fatony, Akhmad. 2015. *Pemanfaatan Citra Satelit Himawari 8 untuk Pantauan Sebaran Abu Vulkanik menggunakan Metode RGB (IR10.8-IR12, IR10.8IR3.8, IR10.8) pada Saat Letusan Gunung Raung Tanggal 15-17 Juli 2015.*
- Hamdani, Denny Fikri. 2015. Pemanfaatan Produk Citra Satelit untuk Analisa Sebaran dan Intensitas Abu Vulkanik/Volcanic Ash Studi Kasus Erupsi Gunung Barujari, Lombok, Nusa Tenggara Barat. *Prosiding Workshop Operasional Satelit Cuaca, Vol. 2. Makassar.*

JMA Website, JMA/MSU, diakses dari http://www.data.jma.go.jp/mscweb/en/VR/LVLab_RGB/RGBimage.html pada tanggal 23 Februari 2017

Abdillah, Muhammad Rais. 2012. *Prediksi Sebaran Abu Vulkanik dengan menggunakan Model PUFF*. diakses dari <http://www.meteo.itb.ac.id/wpcontent/uploads/2012/10/12808032-sec.pdf>, pada 4 Mei 2016.

Stein, A.F., Draxler, R.R., Rolph, G.D., Stunder, B.J.B., Cohen, M.D., and Ngan, F., (2015). *NOAA's HYSPLIT atmospheric transport and dispersion modeling system*, Bull. Amer. Meteor. Soc., 96, 2059-2077

Pasini, Antonello, 2005. From Observation To Simulation , *World Scientific*, hlm 189.

HYSPLIT Volcanic Ash Website, ARL/NOAA, diakses dari <https://www.ready.noaa.gov/READYVolcAsh.php>

Fu, G., H.-X. Lin, A. Heemink, A. Segers, F. Prata, and S. Lu (2016b), *Satellite data assimilation to improve forecasts of volcanic ash concentrations*, Atmos. Chem. Phys.

Discuss., 1–22. Lu, S., H. X. Lin, A. W. Heemink, G. Fu, and A. J. Segers (2016), *Estimation of volcanic ash emissions using trajectory-based 4D-Var data assimilation*, Mon. Weather Rev.,144(2), 575–589.

