

IDENTIFIKASI DAN MONITORING DEBU VULKANIK GUNUNG AGUNG (ANALISIS KEJADIAN 26-30 NOVEMBER 2017)

Reynold Mahubessy¹, Boni Anthony Halawa² Ahmad Fadlan³

Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika

Jl. Perhubungan I no 5, Pondok Betung, Pondok Aren, Tangerang Selatan, Banten 15221

¹reynoldmahubessy@gmail.com, ²boni_anthony@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pada tanggal 26 November 2017 terjadi letusan Gunung Agung. Debu vulkanik dari Gunung Agung berbahaya bagi aktivitas penerbangan. Dampaknya bagi pesawat, debu vulkanik yang meleleh akan membeku pada bilah turbin, menggumpal dan melapisinya sehingga menghalangi aliran udara normal yang membuat mesin akan kehilangan tenaga atau mati. Oleh karena itu, selama beberapa waktu Bandara Internasional Ngurah Rai sempat ditutup. Identifikasi dilakukan dengan memanfaatkan citra satelit Himawari-8 yang diolah dengan menggunakan program GMSLPD metode *IR_windows channel RGB (Red-Green-Blue)* untuk mendapatkan gambaran sebaran, trajektori, serta peta kontur. Adanya siklon tropis Cempaka yang berada di Samudera Hindia di Selatan Yogyakarta juga mempengaruhi sebaran debu vulkanik yang semula mengarah ke timur-tenggara berubah arah menjadi barat daya.

Kata kunci : *Debu Vulkanik, Gunung Agung, RGB*

ABSTRACT

On November 26, 2017 eruption of Mount Agung. Volcanic ash from Mount Agung activities dangerous to the flight. Aircraft impact, volcanic ash is melted would freezes on the blades of the turbine, lumpy and overlaid them so blocking the normal air flow that keeps the engine will lose power on or off. Therefore, for some time the Ngurah Rai International Airport was briefly closed. Identification is done by making use of satellite images of Himawari satellites-8 prepared by using the IR_windows method of the GMSLPD programme channel RGB (Red-Green-Blue) to get an overview of the dispersion, trajektori, as well as a contour map. The existence of a tropical cyclone Cempaka who are located in the Indian Ocean to the South of Yogyakarta also affects the distribution of volcanic ash that originally led to the east-southeastern direction into the southwest.

Key words: *Volcanic Ash, Mount Agung, RGB*

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 dan berdiameter kurang dari 2 mm (0,079 inci) [1]. Abu vulkanik, Istilah ini juga sering digunakan untuk merujuk kepada semua produk letusan eksplosif, 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 terbentuk selama letusan gunung berapi, letusan freatomagmatik dan selama pengangkutan dalam arus piroklastik (piroklastik: salah satu hasil letusan gunung berapi yang bergerak dengan cepat dan terdiri dari gas panas, abu vulkanik, dan bebatuan). Erupsi eksplosif terjadi ketika magma terdekomposisi, hingga memungkinkan zat volatil terlarut dominan air dan karbon dioksida) untuk keluar menjadi gelembung-gelembung gas [2], karena semakin

banyak gelembung yang dihasilkan, maka akan menurunkan kepadatan magma, mempercepatnya menaiki saluran. Fragmentasi terjadi ketika gelembung menempati volume 70-80 % dari campuran erupsi [3]. Ketika fragmentasi terjadi, gelembung secara keras memecah magma hingga magma terpisah menjadi fragmen-fragmen yang dikeluarkan ke atmosfer di mana fragmen tersebut akan mengeras menjadi partikel abu. Fragmentasi adalah proses yang sangat efisien pembentukan abu dan mampu menghasilkan abu yang sangat halus bahkan tanpa penambahan air [4].

Salah satu Gunung aktif di wilayah Bali yaitu Gunung Agung mengalami erupsi pada tanggal 26 November 2017. Hingga 27 November 2017, tingkat siaga berada pada level tertinggi dan perintah evakuasi telah dikeluarkan. Letusan tersebut menyebabkan sekitar 40.000 orang harus dievakuasi dari 22 desa di sekitar Gunung Agung. Dampak erupsi tersebut menyebabkan beberapa gangguan di berbagai sektor, khususnya sektor penerbangan. Selain dapat mengganggu penerbangan karena jarak pandang yang menjadi singkat. Abu juga dapat merusak mesin pesawat terbang. Abrasi dari kaca depan dan lampu pendaratan akan mengurangi visibilitas. Walaupun mengandalkan instrumen tetap saja berbahaya karena, beberapa instrumen dapat memberikan pembacaan yang salah sebagai sensor (misalnya, tabung pitot) karena tersumbat dengan abu. Masuknya abu ke dalam mesin menyebabkan kerusakan abrasi untuk kompresor baling-baling. Abu mengikis pisau tajam dalam kompresor, mengurangi efisiensi. Abu meleleh di dalam ruang bakar. Abu kemudian membeku pada bilah turbin, menghalangi aliran udara dan menyebabkan mesin menjadi rusak. Abu dapat meleleh pada dalam suhu operasi ($> 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$) dari mesin jet besar modern [5]. Dampak tergantung pada konsentrasi abu dan panjang waktu pesawat terbang dalam abu serta tindakan yang diambil oleh para pilot. Secara kritis, pencairan abu khususnya kaca vulkanik, dapat mengakibatkan akumulasi abu padat pada turbin baling-baling, menghasilkan kompresor dan kehilangan daya dorong mesin [6]. Letusan ini juga menyebabkan bandara sekitar gunung tersebut ditutup. Bandara Internasional Lombok, yang terletak di pulau tetangga Lombok, ditutup pada 26 November, namun dibuka kembali keesokan harinya [7]. Bandara Internasional Ngurah Rai, terletak di ujung selatan pulau dan barat daya dari gunung berapi, ditutup pada 27 November [8]. Lebih dari 400 penerbangan dibatalkan dan sekitar 59.000 penumpang tetap tinggal [9]. Penutupan bandara akan diperpanjang sampai 30 November.

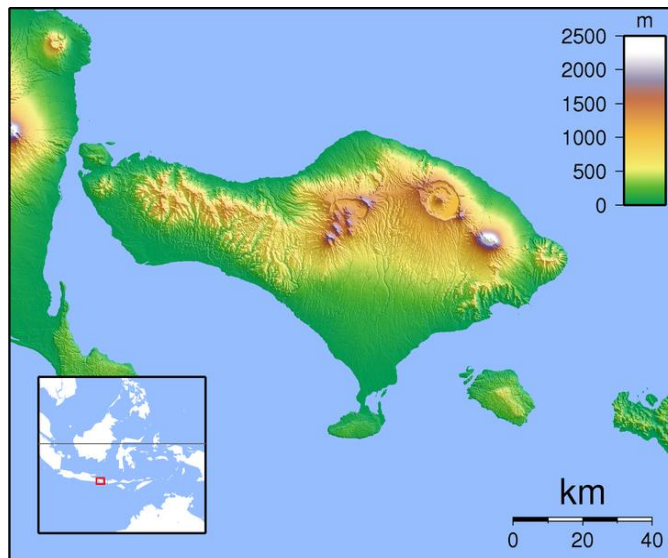
Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sebaran abu vulkanik terkait dengan arah gerak sebaran dan kaitannya dengan penerbangan. Selain itu juga untuk *monitoring* kejadian sebaran abu vulkanik utamanya karakteristik abu vulkanik ditinjau dari pengamatan citra satelit cuaca. Sebab pengidentifikasian abu vulkanik dapat dilakukan dengan penginderaan jarak jauh (*Satellite Remote Sensing*) menggunakan *multiple IR windows channels* [10]. Dengan menggunakan Citra satelit Himawari 8 yang diolah dalam metode RGB kita dapat mendeteksi sebaran abu vulkanik. Dalam melihat sebaran dan konsentrasi debu vulkanik juga digunakan model *Hysplit*. Model *Hysplit* merupakan sebuah sistem lengkap yang dimiliki NOAA untuk menghitung simulasi gerak trajektori, dispersi, dan deposisi dengan menggunakan pendekatan gerak partikel atau hembusan. Model perhitungan yang digunakan dalam pemodelan *Hysplit* ini adalah gabungan dari pendekatan Lagrangian dan metode Eulerian. Dalam model partikel, sejumlah partikel tetap digerakan mengenai domain model dengan medan angin rata-rata dan disebarkan oleh komponen turbulen. Konfigurasi *default* model mengasumsikan distribusi partikel 3-dimensi (horizontal dan vertikal). Debu vulkanik dalam penyebarannya memanfaatkan angin, untuk itu dengan *mentracking* parsel udara debu vulkanik tersebut, trajektori dari debu vulkanik bisa diidentifikasi [11].

METODE

Wilayah fokus penelitian dilakukan pada erupsi Gunung Agung pada koordinat $8^{\circ}20'35''\text{LU } 115^{\circ}30'25''\text{BT}$ pada kejadian 26-30 November 2017.

Gunung Agung adalah gunung tertinggi di pulau Bali dengan ketinggian 3.031 meter diatas permukaan laut dan merupakan salah satu gunung aktif di Indonesia. Gunung ini terletak di kecamatan Rendang, Kabupaten Karangasem, Bali, Indonesia. Pura Besakih, yang merupakan salah satu Pura terpenting di Bali, terletak di lereng gunung ini. Gunung Agung adalah gunung berapi tipe *stratovolcano*, gunung ini memiliki kawah yang sangat besar dan sangat dalam yang

kadang-kadang mengeluarkan asap dan uap air. Dari Pura Besakih gunung ini nampak dengan kerucut runcing sempurna, tetapi sebenarnya puncak gunung ini memanjang dan berakhir pada kawah yang melingkar dan lebar.



Gambar 1. Lokasi Gunung Agung, Bali.
(Sumber: Sadalmelik)

Data yang digunakan untuk mengidentifikasi sebaran debu Vulkanik Gunung Agung antara lain:

1. Data Citra Satelit Himawari 8 Kanal IR4, IR2, VIS pada tanggal 26-30 November 2017 diunduh melalui situs lokal <ftp://satelit.bmkg.id>
2. Data *reanalysis* trajektori kejadian Gunung Agung diakses melalui website READY NOAA untuk kejadian tanggal 26 November 2017 hingga tanggal 30 November 2017 jam 00.00-23.00 UTC.
3. Data *streamline* pada tanggal 27 November 2017 jam 12.00 UTC dan tanggal 28 November 2017 jam 00.00 UTC diunduh melalui situs <http://bom.gov.au>

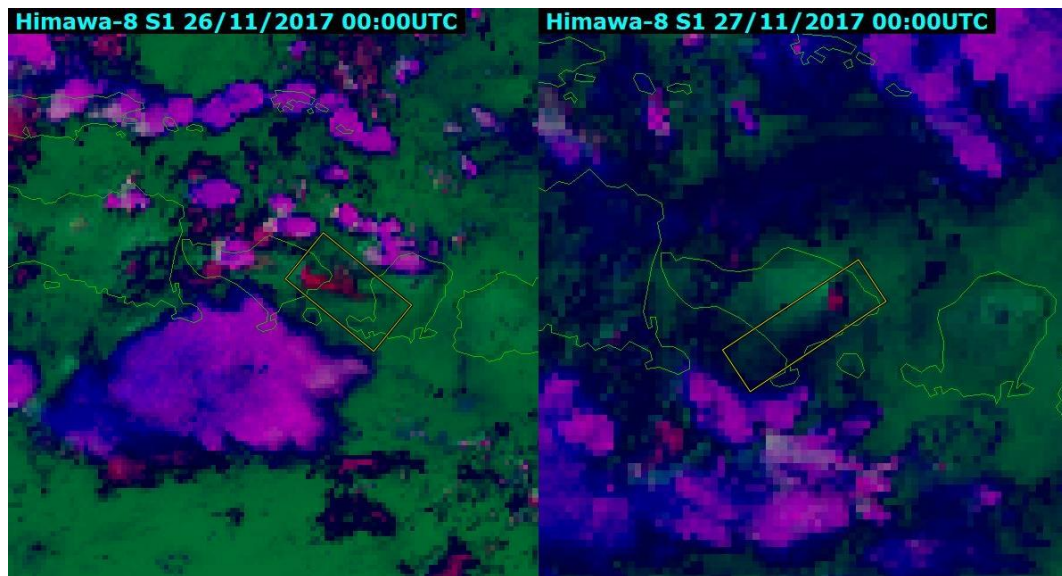
Raw data satelit diolah menggunakan program GMSLPD.exe menggunakan metode *split windows channels RGB (Red-Gren-Blue)* pada bagian *mix color* GMSPLD. Untuk *channel Infrared Difference (SP/S1/SP1)* yang merupakan hasil *split channel* IR1 (panjang gelombang 10.3–11.3 μm) – IR2 (11.5–12.5 μm) menggunakan warna merah (*Red*), *channel Infrared-4 Difference (S2/SP2)* yang merupakan hasil *split channel* IR4 (3.5-4.0 μm)-IR1 menggunakan warna hijau (*Green*), serta *channel* IR4 menggunakan warna biru (*Blue*). Abu Vulkanik akan terdeteksi dengan terlihatnya perbedaan warna dari RGB tersebut [12].

Model *Hysplit* dijalankan dengan menginput data yang telah diunduh melalui web <http://www.arl.noaa.gov/VolcAsh.php> kemudian dijalankan melalui *software Hysplit* Versi 4.00 dengan konfigurasi ketinggian partikel maksimum 60.000 *feet*. Berdasarkan hasil pemodelan tersebut didapatkan keterangan pola sebaran debu vulkanik dengan berbagai level ketinggian dan arah penyebarannya.

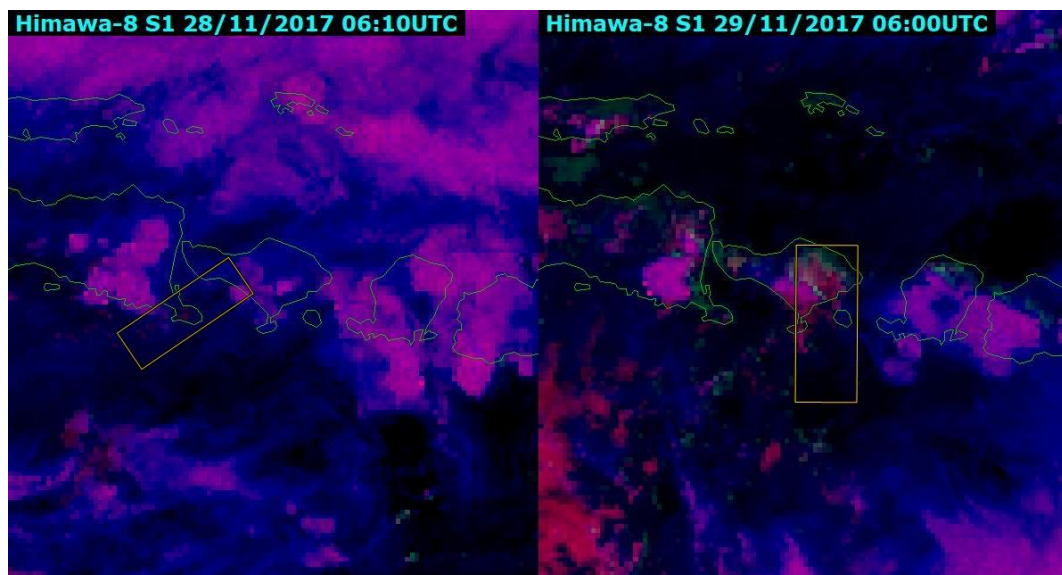
Data *streamline* diunduh melalui <http://bom.gov.au>, untuk melihat pergerakan massa udara.

HASIL

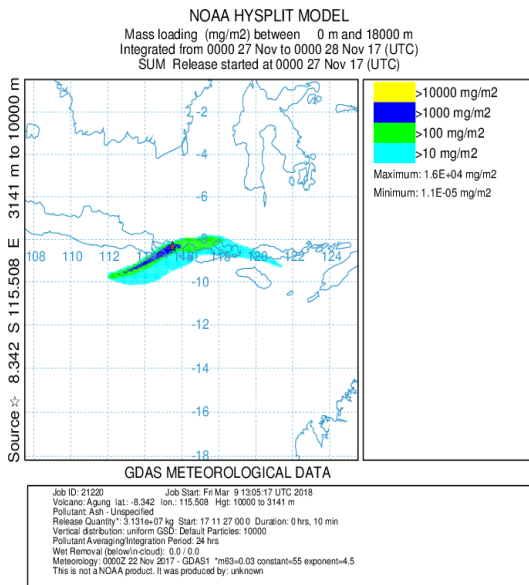
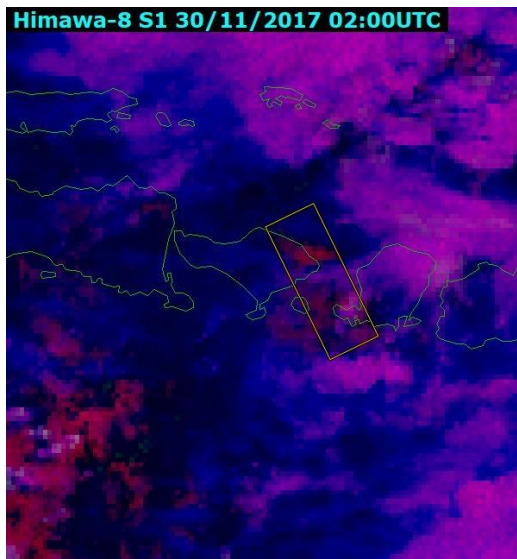
3.1 Analisis Metode RGB



Gambar 2. Sebaran debu vulkanik tanggal 26 jam 00.00 UTC (kiri) dan tanggal 27 jam 00.00 UTC (kanan)



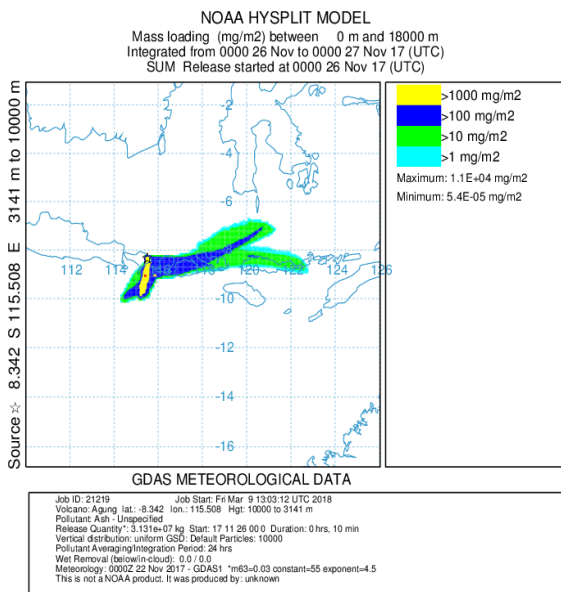
Gambar 3. Sebaran debu vulkanik tanggal 28 jam 06.10 UTC (kiri) dan tanggal 29 jam 06.00 UTC (kanan)



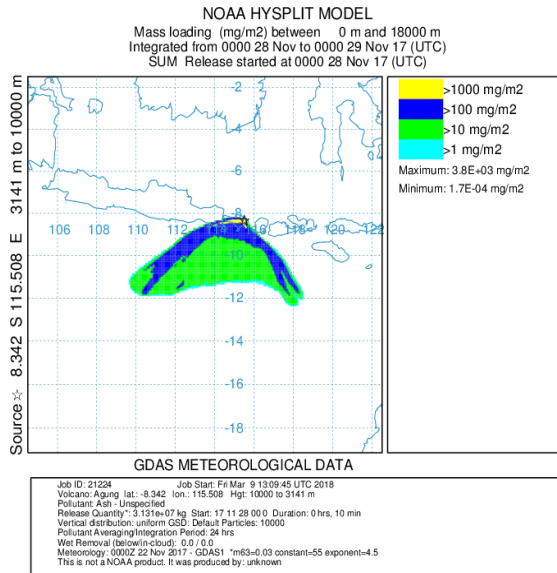
Gambar 4. Sebaran debu vulkanik tanggal 30 jam 02.00 UTC

Hasil keluaran metode RGB menunjukkan adanya trajektori sebaran debu vulkanik menuju arah tenggara pada tanggal 26 jam 00.00 UTC. Pada tanggal 27 jam 00.00 UTC terlihat sebaran debu vulkanik yang semula mengarah kearah tenggara berubah arah menjadi barat daya. Hal ini terjadi karena siklon tropis Cempaka yang terbentuk di perairan selatan Pulau Jawa. Pada tanggal 28 jam 06.00 UTC sebaran debu vulkanik terlihat mengarah ke barat daya. Pada tanggal 29 jam 06.10 UTC debu vulkanik Gunung Agung menyebar menuju arah Bali bagian selatan dan pada tanggal 30 jam 02.00 UTC debu vulkanik terlihat mengarah ke Tenggara. Untuk beberapa waktu sebaran debu vulkanik sulit dideteksi dikarenakan adanya pertumbuhan awan konvektif, dimana debu vulkanik menyatu dengan awan konvektif yang susah untuk memperkirakan trajektori sebaran debu vulkanik.

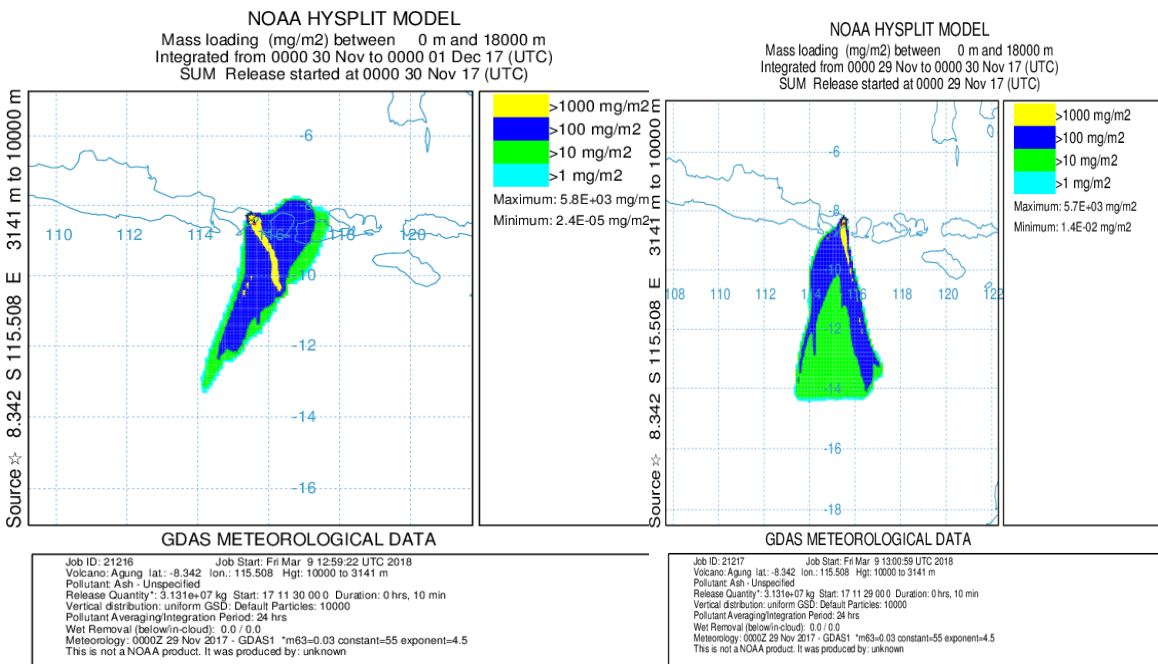
3.2 Hasil keluaran model *Hysplit*



Gambar 5. Model konsentrasi partikel tanggal 26 (kiri) dan tanggal 27 (kanan)



Gambar 6. Model konsentrasi partikel tanggal 28 (kiri) dan tanggal 29 (kanan)

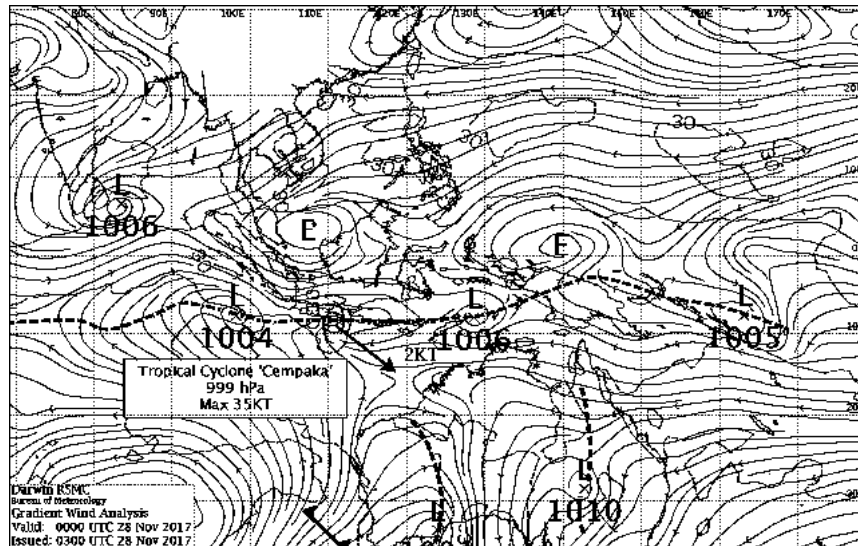


Gambar 7. Model konsentrasi partikel tanggal 30

Selain pergerakan sebaran debu vulkanik, pada model *Hysplit* didapatkan konsentrasi partikel pada tiap-tiap ketinggian. Pada model *Hysplit* diatas menunjukkan rata-rata konsentrasi partikel tiap-tiap ketinggian dengan interval waktu 24 jam dari tanggal 26 November 2017 sampai tanggal 30 November 2017. Pada tanggal 26 November 2017 rata-rata konsentrasi partikel letusan mencapai lebih dari 100 mg/m² bergerak menuju kearah wilayah Pulau Lombok. Pada tanggal 27 November 2017 rata-rata konsentrasi partikel lebih dari 10 mg/m² bergerak menuju kearah Samudera Hindia.

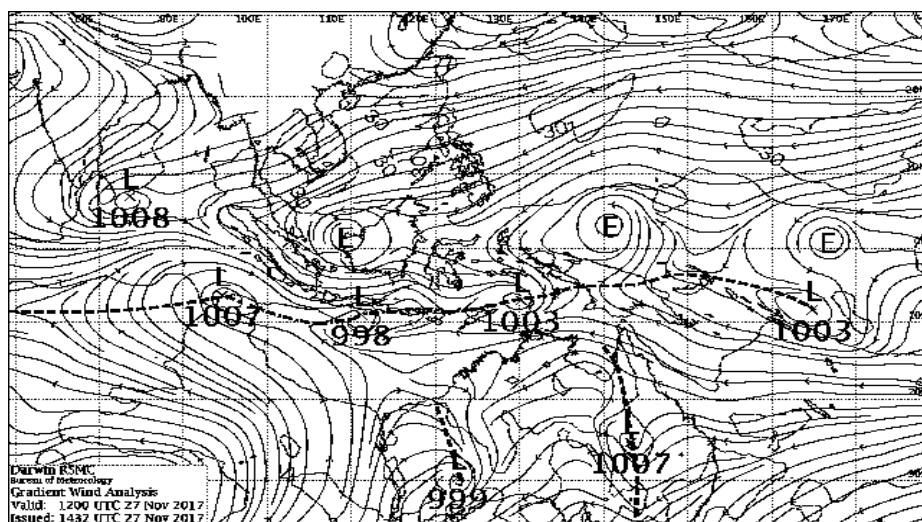
Hal ini terjadi karena pengaruh siklon tropis Cempaka yang muncul di Perairan Selatan Jawa. Hingga tanggal 29 November 2017 pergerakan partikel terlihat masih terpengaruh oleh siklon tropis Cempaka kearah barat daya. Tanggal 30 November 2017 rata-rata konsentrasi partikel lebih dari 100 mg/m² dan kembali bergerak menuju kearah tenggara yang artinya pengaruh dari siklon tropis Cempaka sudah berkurang.

3.3. Analisis *streamline* pada tanggal 27 November dan 28 November 2017



Gambar 8. *Streamline* tanggal 27 November 2017 jam 12.00 UTC
(Sumber: bom.gov.Au)

Berdasarkan data streamline pada tanggal 27 November 2017 jam 12.00 UTC, terjadi perubahan arah angin dari timur-tenggara menuju arah barat daya . Hal ini sesuai dengan hasil keluaran model *Hysplit* tanggal 27 November 2017 dengan ketinggian mencapai 18000 meter. Pada tanggal 28 November 2017 jam 00.00 UTC menunjukkan sebaran debu vulkanik dominan mengarah kearah barat daya dan sesuai dengan keluaran model yang disebabkan adanya pertumbuhan siklon tropis Cempaka.



Gambar 9. *Streamline* tanggal 28 November 2017 jam 00.00 UTC
(Sumber: bom.gov.Au)

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian bahwa dengan menggunakan model *Hysplit* dan metode RGB didapatkan trajektori sebaran debu vulkanik Gunung Agung. Namun pada metode RGB memiliki kekurangan yaitu tidak dapat mengidentifikasi pada saat adanya pertumbuhan awan konvektif pada wilayah Bali. Trajektori debu vulkanik juga dipengaruhi oleh siklon yang berdampak bagi penerbangan di wilayah Bali dan sekitarnya. Pergerakan konsentrasi partikel pada debu vulkanik diperkuat dengan analisis *streamline* setiap 12 jam sekali pada tanggal 27 dan 28 November 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W.I. Rose and A.J. Durant, "Fine ash content of explosive eruptions," *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, vol. 186, no. 1, pp. 32-39, 2009.
- [2] T.M. Wilson and C Stewart, "Volcanic ash," *Encyclopedia of Natural Hazards*. Springer: P T Bobrowsky, 2012, 1000.
- [3] K.V. Cashman, B. Sturtevant, P. Papale, O. Navon, "Magmatic fragmentation," *Encyclopedia of Volcanoes*. San Diego, USA: H Sigurdsson, B F Houghton, S McNutt, H Rymer, J Stix, 2000, 1417.
- [4] U. Kueppers, C. Putz, O Spieler, D.B. Dingwell. "Abrasion in pyroclastic density currents: insights from tumbling experiments," *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, vol. 45-46, pp. 33-39, 2012.
- [5] P. Sammonds, B. McGuire, S. Edwards, "Volcanic hazard from Iceland: analysis and implications of the Eyjafjallajökull eruption", UCL Institute for Risk and Disaster Reduction Report, [Online]. Available: <http://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1333739>
- [6] T.P. Miller and T.J Casadevall , "Volcanic ash hazards to aviation," *Encyclopedia of Volcanoes*. San Diego, USA: H Sigurdsson, B F Houghton, S McNutt, H Rymer, J Stix, 2000, 1417.
- [7] P. Nugraha, "Lombok International Airport closed due to volcanic ash from Mount Agung", *The Jakarta Post*, 27 November 2017, [Online]. Available: <http://www.thejakartapost.com/travel/2017/11/27/lombok-international-airport-closed-due-to-volcanic-ash-from-mount-agung.html>
- [8] T. Online, "Bali airport remains closed for a third day", *TODAYonline*, 29 November 2017, [Online]. Available: <http://www.todayonline.com/singapore/bali-airport-remains-closed-third-day>
- [9] N. Balakrishnan, "Mount Agung: Bali Airport Closed And 59,000 Passengers Affected By Cancelled Flights", *SAYS*, 27 November 2017, [Online]. Available: <http://says.com/my/news/mount-agung-bali-airport-closed-and-flights-cancelled-in-bali>
- [10] M. Pavolonis., "Satellite remote Sensing of volcanic ash", *NOAA/NESDIS/STAR*, 19-22 November 2013, [Online]. Available: http://www.wmo.int/pages/prog/sat/meetings/documents/SCOPE-Nowcasting-1_Doc_03-04_VolcanicAsh-Pavolonis.pdf
- [11] M. Ryan and K.R.Pratama, "Identifikasi trajektori debu vulkanik letusan gunung gamalama dengan hysplit dan metode rgb pada citra satelit himawari 8," in *Proc. Seminar Hari Meteorologi Dunia STMKG 2017.*, pp. 76-84.
- [12] H. Taufiq, "Monitoring debu vulkanik," *Bahan Ajar Mata Kuliah InderaJa*. Tangerang : AMG, 2013.

