

# PEMODELAN DISTRIBUSI ABU VULKANIK HASIL ERUPSI GUNUNGAPI MERAPI TAHUN 2010 DENGAN MENGGUNAKAN ASH3D

Jihaduddin Arif Indrawan  
ja.indrawan13@gmail.com

Suprpto Dibyosaputro  
praptodiby@gmail.com

## Abstract

*Merapi volcano is one of the most active volcanoes in Indonesia that has a five-year re-time eruption. Among the eruption of Mount Merapi from the 19th century to the present, the 2010 eruption is the most powerful eruption ever in history. The primary dangers that threaten the region around them are the pyroclastic fall of volcanic ash. To know the distribution of ash clouds and sediment, then modeling with Ash3D software on eruption on October 26, October 30, and November 5, 2010. Ash3D modeling has two types of running model, namely Airborne simulation and Deposit simulation. Airborne simulation illustrates the model of volcanic ash cloud spread of eruption, while the Deposit simulation describes the deposition of volcanic ash deposits at certain locations. The model results are then validated to find out how well the model represents the actual event. The validation results show that the Airborne simulation model output is better to show the actual occurrence than the Deposit simulation output.*

*Keywords: Merapi volcano, modelling, volcanic ash, ash distribution, ash deposit, validation*

## Abstrak

*Gunungapi Merapi merupakan salah satu gunungapi teraktif di Indonesia yang memiliki kala ulang erupsi lima tahunan. Diantara kejadian erupsi Gunungapi Merapi mulai dari abad 19 hingga sekarang, erupsi pada tahun 2010 merupakan erupsi yang paling dahsyat yang pernah terjadi sepanjang sejarah. Bahaya primer yang mengancam wilayah di sekitarnya salah satunya adalah jatuhnya piroklastik berupa jatuhnya abu vulkanik. Untuk mengetahui persebaran awan abu dan endapannya, maka dilakukan pemodelan dengan software Ash3D pada erupsi tanggal 26 Oktober, 30 Oktober, dan 5 November 2010. Pemodelan Ash3D memiliki dua tipe running model, yaitu Airborne simulation dan Deposit simulation. Airborne simulation menggambarkan model sebaran awan abu vulkanik hasil erupsi, sedangkan Deposit simulation menggambarkan sebaran endapan abu vulkanik pada lokasi tertentu. Hasil model tersebut kemudian dilakukan validasi untuk mengetahui seberapa baik model merepresentasikan kejadian sebenarnya. Hasil validasi menunjukkan bahwa output model Airborne simulation lebih baik untuk menunjukkan kejadian sebenarnya dibandingkan output Deposit simulation.*

*Kata kunci: Gunungapi Merapi, pemodelan, abu vulkanik, sebaran abu, endapan abu, validasi*

## PENDAHULUAN

Berbagai macam kejadian vulkanisme baik langsung maupun tidak langsung akan membahayakan manusia serta berbagai penggunaan lahan di sekitar gunungapi, seperti pertanian, permukiman, fasilitas umum, sistem komunikasi, serta sarana transportasi (Crandell, 1984:15). Abu vulkanik merupakan salah satu penyebab bahaya yang dihasilkan oleh letusan gunungapi. Abu vulkanik tersebut dapat menyebabkan gangguan kesehatan terutama pada pernafasan manusia, seperti tuberkulosis (Damby, 2013:386), bronkitis, dan asma (Horwell dan Baxter, 2006). Selain permasalahan kesehatan, tephra menjadi salah satu permasalahan serius dalam bidang aviasi atau penerbangan (Heriwaseso, 2009:2).

Gunungapi Merapi merupakan salah satu gunungapi yang paling aktif di Indonesia. Letusan terakhir pada tahun 2010 memberikan dampak luar biasa dan tercatat sebagai letusan paling hebat sepanjang sejarah letusan Gunungapi Merapi (BPPTKG, 2016:91). Aktivitas Gunungapi Merapi yang memiliki kala ulang erupsi 5 tahunan tersebut menjadi salah satu daya tarik sebagai objek penelitian. Salah satu penelitiannya terfokus pada bahaya abu vulkanik yang merupakan salah satu bahaya yang belum banyak dikaji. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sebaran abu vulkanik dan endapannya sesuai hasil model, dan melakukan validasi untuk mengetahui apakah model merepresentasikan keadaan sesungguhnya di lapangan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian mengenai pemodelan distribusi abu vulkanik di Gunungapi Merapi merupakan pemodelan dengan mengolah data sekunder yang telah dikumpulkan dari BPPTKG. Pengolahan data tersebut menggunakan *software Ash3D*, dan akan dimodelkan berdasarkan kejadian erupsi Gunungapi Merapi pada tahun 2010 yang terjadi pada bulan Oktober dan November. Hasil pemodelan tersebut berupa peta persebaran abu vulkanik dan ketebalan endapan abu pada tiap kejadian erupsi yang berlangsung pada tanggal 26 Oktober, 30 Oktober, dan 5 November 2010.

Pemodelan Ash3D meliputi dua tipe running model yaitu *Airborne simulation* dan *Deposit simulation*. *Airborne simulation* memodelkan pola persebaran awan abu

vulkanik, sedangkan *Deposit simulation* memodelkan pola sebaran endapan abu vulkanik (Mastin, 2012:10). Data yang digunakan sebagai input pemodelan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut 1.1.

Tabel 1.1. Data untuk input pemodelan

Tanggal erupsi (2010)	Tinggi kolom (km)	Volume tererupsi (km <sup>3</sup> )	Durasi erupsi (jam)
26 Oktober	12	0,006	1,87
30 Oktober	3,57	0,005	0,57
5 November	17	0,011	1,73

Sumber : BPPTKG, 2017

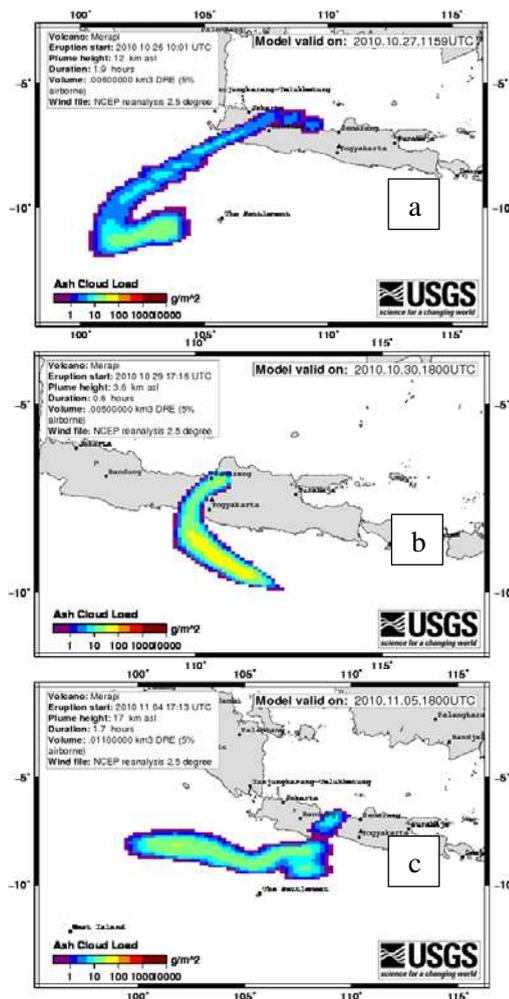
Validasi data dilakukan pada hasil pemodelan Ash3D untuk menunjukkan bahwa hasil pemodelan yang dilakukan merupakan representasi yang berarti dan akurat dari kejadian yang nyata. Validasi hasil yang pertama adalah validasi hasil model persebaran atau distribusi abu vulkanik. Untuk melakukan validasi arah persebaran abu vulkanik, maka dilakukan pencocokan dengan data angin yang didapat dari ECMWF (*European Centre for Medium Range Weather Forecast*). ECMWF merupakan pusat meteorologi dunia yang diakui oleh PBB dan WMO (*World Meteorological Organization*) yang menyediakan data iklim serta cuaca baik perhitungan stasiun maupun perhitungan prediksi.

Validasi hasil yang kedua berupa sebaran ketebalan endapan abu vulkanik yang dihasilkan dengan model dilakukan dengan metode *purposive sampling* dan *systematic sampling*. Titik sampel ditentukan pada tiap kejadian letusan yang dimodelkan dengan interval 5 km hingga 10 km dari titik puncak Gunungapi Merapi searah dengan arah endapan abu vulkanik. Pada tiap titik sampel dilakukan wawancara dengan informan kunci maupun warga terdampak sebanyak 10 responden. Hasil data lapangan kemudian dilakukan analisis statistik deskriptif untuk mengetahui sebaran data yang didapat. Hasil antara data lapangan dan data model kemudian dilakukan uji NRMSE (*Normalized Root Mean Square Error*) untuk mengetahui seberapa besar nilai error antar keduanya (Willmott dan Matsuura, 2005:80). Apabila nilai error mendekati 0 maka hasil pemodelan dianggap dapat merepresentasikan hasil sesungguhnya di lapangan. Namun apabila

nilai NRMSE terlalu jauh dari 0, maka hasil pemodelan dianggap tidak valid.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan dengan tipe *airborne simulation* merupakan simulasi yang menggambarkan persebaran abu vulkanik pada saat kejadian erupsi di Gunungapi Merapi. Pemodelan dilakukan pada tanggal 26 Oktober 2010, 30 Oktober 2010, dan 5 November 2010. Output pemodelan menggunakan jenis simulasi ini menghasilkan gambar animasi (format *.gif*) pergerakan abu vulkanik tiap 3 jam per 24 jam durasi simulasi.



Gambar 1.1. Pola akhir sebaran awan abu vulkanik erupsi (a) 26 Oktober; (b) 30 Oktober; dan (c) 5 November 2010

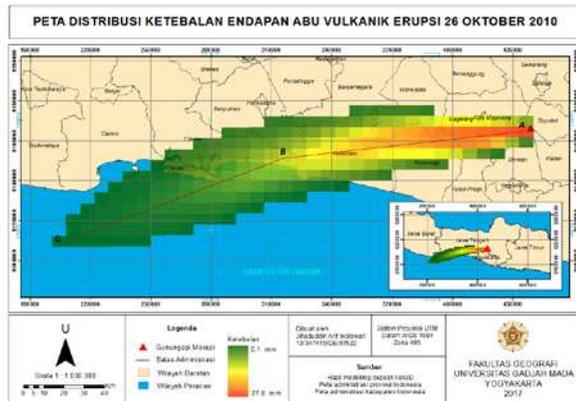
Gambar di atas menunjukkan pola sebaran akhir awan abu vulkanik pada output pemodelan *airborne simulation*. Erupsi yang terjadi pada tanggal 26 Oktober 2010 menghasilkan kolom abu setinggi 12 km pada pukul 18.45 WIB. Hasil

pemodelan tanggal 26 Oktober menunjukkan bahwa awan abu vulkanik yang dihasilkan cenderung mengarah ke baratdaya perlahan terbawa angin menuju ke arah barat. Pemodelan airborne dalam durasi 24 jam tersebut berakhir pada jam 11.59 UTC tanggal 27 Oktober 2010. Akhir distribusi abu vulkanik tersebut mencapai Jawa Barat dan sebagian Banten. Abu vulkanik sebagian besar tertransport oleh angin menuju ke arah barat daya Samudera Hindia, dan membentuk lengkungan ke arah utara. Hal ini disebabkan oleh adanya angin turbulen di Samudera Hindia yang memutar dari timur laut mengarah ke utara berlawanan dengan arah jarum jam.

Erupsi tanggal 30 Oktober 2010 berdasarkan laporan BPPTKG berlangsung pada pukul 00.16 - 0.50 WIB dengan volume tererupsi sebesar 0,005 km<sup>3</sup> dan menghasilkan kolom awan abu vulkanik setinggi 3,5 km. Distribusi abu vulkanik hasil pemodelan *airborne simulation Ash3D* cenderung mengarah ke barat dan perlahan berputar ke arah tenggara. Akhir pemodelan *airborne simulation* erupsi Gunungapi Merapi tanggal 30 Oktober 2010, distribusi abu vulkanik paling jauh ke arah utara mencapai Kota Semarang, dan ke arah tenggara mencapai Samudera Hindia

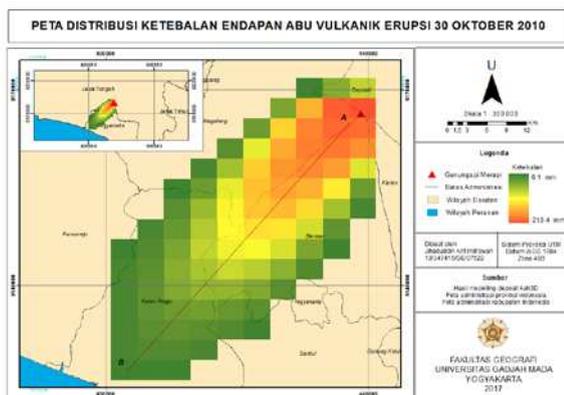
Erupsi tanggal 5 November 2010 berlangsung pada pukul 00.13 - 01.57 WIB dengan Volume total tererupsi sebesar 0,011 km<sup>3</sup> dan menghasilkan awan abu vulkanik mencapai ketinggian 17 km. Distribusi abu vulkanik hasil pemodelan *airborne simulation Ash3D* cenderung mengarah ke barat-baratdaya, dan bergeser perlahan ke arah selatan dan barat. Akhir pemodelan menunjukkan distribusi abu vulkanik paling jauh ke arah utara mencapai Semarang dan bergerak ke arah barat menuju Bandung dan bergeser perlahan ke selatan menutupi hampir seluruh pantai selatan Jawa pada Provinsi Yogyakarta hingga Jawa Barat.

Output lainnya dari pemodelan menggunakan Ash3D pada erupsi Gunungapi Merapi adalah hasil model endapan abu vulkanik dari output *running model deposit simulation*. Hasil berupa file dengan format *.kmz* dimodifikasi dan ditampilkan dengan batas administrasi area terdampak sehingga mempermudah pembaca untuk menginterpretasi informasi yang disampaikan.



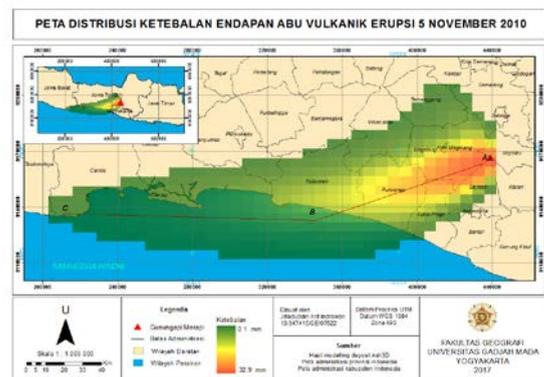
Gambar 1.2. Peta distribusi ketebalan endapan abu vulkanik erupsi 26 Oktober 2010

Berdasarkan output pemodelan, ketebalan abu vulkanik hasil erupsi 26 Oktober 2010 mengarah ke baratdaya dengan ketebalan yang semakin tipis seiring dengan bertambahnya jarak antara titik endapan dengan pusat erupsi. Endapan abu vulkanik tersebar dan merata mengikuti arah awan abu vulkanik. Berdasarkan hasil model, awan abu vulkanik mengendap paling tebal di sekitar puncak Gunungapi Merapi dengan ketebalan 27,8 cm yang menyelimuti sebagian Kabupaten Sleman dan Kabupaten Magelang. Kabupaten Wonosobo bagian selatan dan Kabupaten Purworejo bagian utara diselimuti oleh endapan abu vulkanik dengan ketebalan mulai dari 10,3 mm hingga 0,2 mm. Abu vulkanik yang mengendap di sebagian besar Kabupaten memiliki endapan yang lebih tipis dibandingkan dengan endapan di daerah lainnya, dengan ketebalan abu vulkanik mulai dari 4,3 mm hingga 0,1 mm. Abu vulkanik yang mengendap di Kabupaten Cilacap dan Ciamis memiliki ketebalan yang paling tipis mulai dari 2 mm hingga 0,2 mm. Abu vulkanik terjauh mencapai perairan di bagian selatan Kabupaten Ciamis dengan ketebalan 0,1 mm.



Gambar 1.3. Peta distribusi ketebalan endapan abu vulkanik erupsi 30 Oktober 2010

Hasil pemodelan menunjukkan bahwa pada erupsi tanggal 30 Oktober 2010 menghasilkan endapan abu vulkanik yang mengarah ke selatan-barat daya Gunungapi Merapi. Jarak endapan abu vulkanik pada erupsi tanggal 30 Oktober jatuh tidak terlalu jauh seperti erupsi yang terjadi pada tanggal 26 Oktober 2010. Endapan abu vulkanik yang terendapkan ke arah selatan-baratdaya tersebut paling tebal berada di sekitar titik erupsi berlangsung (85,2 mm - 213,4 mm). Semakin jauh jarak dari titik erupsi, maka ketebalan endapan akan semakin tipis. Abu vulkanik terendapkan di Kabupaten Sleman bagian barat dengan ketebalan 1,6 mm hingga 85,2 mm. Kabupaten Magelang bagian timur juga terendapkan abu vulkanik hasil erupsi 30 Oktober 2010 dengan ketebalan 4,5 mm hingga 92,9 mm. Abu terjauh hanya terendapkan di wilayah pesisir Kulonprogo dengan ketebalan 0,1 mm.



Gambar 1.4. Peta distribusi ketebalan endapan abu vulkanik erupsi 5 November 2010

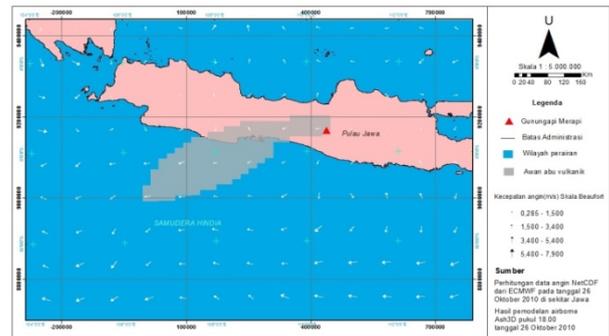
Berdasarkan hasil pemodelan tersebut, abu vulkanik terlihat mengarah dominan ke barat dan sedikit mengarah ke barat laut. Abu vulkanik mengendap ke arah barat laut hingga mencapai sebagian Kabupaten Temanggung dengan ketebalan antara 1 mm hingga 0,1 mm, sedangkan abu vulkanik terjauh mencapai perbatasan Kabupaten Ciamis dengan Kabupaten Tasikmalaya, Provinsi Jawa Barat dengan ketebalan 0,1 mm. Endapan abu vulkanik yang mengendap di Provinsi Yogyakarta jatuh di sebagian besar Kabupaten Sleman dengan ketebalan 31,4 mm hingga ketebalan 0,1 m, sedangkan Kabupaten Bantul dan Kota Yogyakarta hanya abu tipis yang mengendap dengan ketebalan 0,2 mm hingga 0,1 mm. Abu vulkanik yang terendapkan di Provinsi Jawa

Tengah menyelimuti Kabupaten Purworejo, Kebumen, Magelang, sebagian Temanggung, Wonosobo, Banyumas, dan Cilacap. Hampir keseluruhan Kabupaten Magelang dan Kabupaten Purworejo tertutup oleh endapan abu vulkanik dengan ketebalan antara 26 mm hingga 2 mm.

Persebaran endapan abu vulkanik erupsi 5 November 2010 memiliki sebaran yang cukup merata dengan jangkauan endapan yang sangat luas dibandingkan dengan hasil pemodelan erupsi tanggal 26 dan 30 Oktober 2010. Hal tersebut dikarenakan erupsi pada tanggal tersebut memiliki kekuatan yang besar dan menghasilkan bumbungan abu vulkanik yang sangat tinggi, mencapai 17 km. Semakin tinggi partikel abu vulkanik terbang, maka membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mencapai permukaan tanah dan mengendap. Partikel abu vulkanik yang berukuran kecil yang mencapai ketinggian tertentu, pada saat turun akan mengalami pergerakan searah dengan arah angin. Arah angin dominan yang mengarah pada tanggal 5 November 2010 mengarah ke barat, sehingga abu vulkanik terendapkan mengarah dominan ke barat.

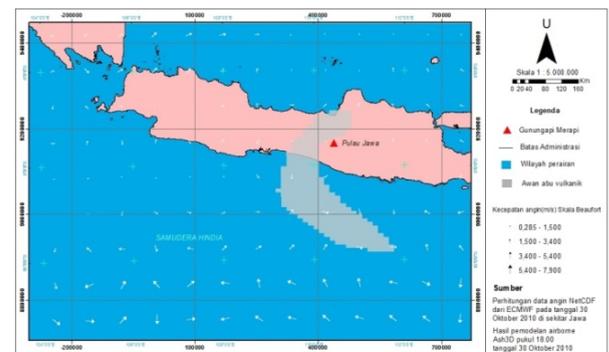
Validasi dilakukan pada hasil pemodelan *airborne simulation* dan *deposit simulation*. Hasil pemodelan distribusi awan abu vulkanik hasil *airborne simulation* diukur validasinya menggunakan data angin yang didapat dari ECMWF. Data yang didapat dari ECMWF berformat *netCDF*, sehingga perlu diproses menggunakan *Ocean Data View* terlebih dahulu agar dapat dihitung kecepatan dan arah angin per titik menggunakan *Microsoft Excel*. Hasil perhitungan tersebut kemudian dimunculkan ke dalam software *ArcMap* berbentuk titik angin dengan kecepatan dan arah tertentu. Titik bersymbol arah panah tersebut menggambarkan arah gerak angin, sedangkan besar kecil ukuran arah panah menggambarkan kecepatan angin.

Secara visual, abu vulkanik pada tanggal 26 Oktober 2010 pada pukul 18.00 UTC mengarah ke baratdaya pulau Jawa dan terdorong sedikit ke arah barat. Jika dibandingkan dengan data angin yang didapat dari ECMWF, arah abu vulkanik tersebut sesuai dengan arah dan kecepatan angin yang dominan mengarah ke barat dan baratdaya. Gambar 1.5. menunjukkan hasil plotting arah dan kecepatan angin dari data ECMWF dan ditampilkan dengan pola sebaran awan abu vulkanik.



Gambar 1.5. Hasil *plotting* data arah dan kecepatan angin serta awan abu vulkanik tanggal 26 Oktober 2010

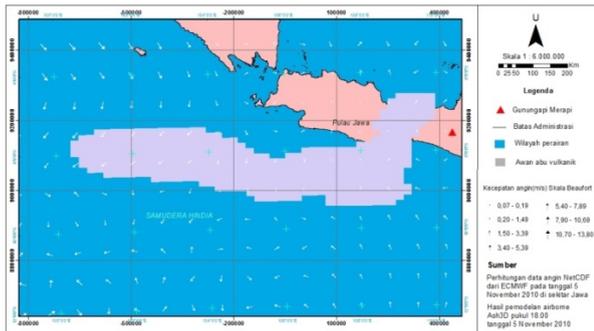
Titik angin yang berada di sekitar awan abu vulkanik memiliki arah  $248,06^{\circ}$  hingga  $253,95^{\circ}$ . Arah tersebut jika dilihat menurut derajat arah mata angin berada pada arah barat-baratdaya dengan kecepatan minimum 1,68 m/s (skala 2 Beaufort) dan kecepatan maksimum 4,5 m/s (skala 3 Beaufort). Berdasarkan hasil analisis secara kualitatif, hasil pemodelan dengan tipe *airborne simulation* pada erupsi Gunungapi Merapi tanggal 26 Oktober 2010 sesuai dengan data angin ECMWF. Awan abu vulkanik dan arah angin memiliki pola yang sama dan bergerak mengarah ke barat-baratdaya.



Gambar 1.6. Hasil *plotting* data arah dan kecepatan angin serta awan abu vulkanik tanggal 30 Oktober 2010

Gambar 1.6. menunjukkan hasil plotting arah dan kecepatan angin dari data ECMWF dan ditampilkan dengan pola sebaran awan abu vulkanik. Data angin yang didapat dari ECMWF untuk kejadian erupsi tanggal 30 Oktober 2010 menunjukkan arah dan kecepatan yang tidak seragam. Terlihat pola angin tidak memiliki satu arah dominan seperti data angin yang ada pada tanggal 26 Oktober 2010. Berdasarkan analisis, angin yang bergerak dari arah tenggara menuju ke barat-baratlaut ( $308^{\circ}$ ) dibelokkan ke arah timur. Angin tersebut berbelok dikarenakan

adanya dorongan oleh angin turbulen di atas Samudera Hindia. Angin yang bergerak membawa abu vulkanik memiliki kecepatan 4 m/s hingga 7 m/s. Kecepatan tersebut termasuk ke dalam skala Beaufort 3 dan 4. Angin dengan skala tersebut mampu membawa partikel abu vulkanik hingga mencapai jarak yang cukup jauh.

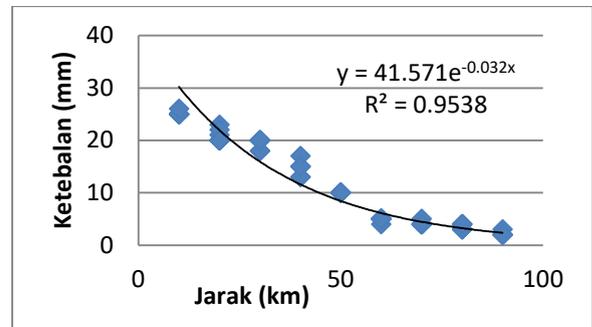


Gambar 1.7. Hasil *plotting* data arah dan kecepatan angin serta awan abu vulkanik tanggal 5 November 2010

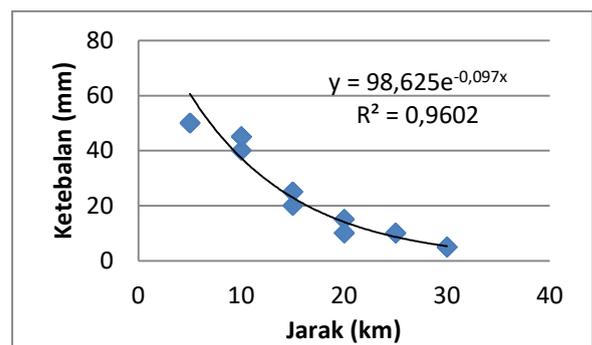
Gambar 1.7. menunjukkan hasil *plotting* arah dan kecepatan angin dari data ECMWF dan ditampilkan dengan pola sebaran awan abu vulkanik. Abu vulkanik pada tanggal 5 November 2010 pukul 18.00 UTC pola persebarannya dominan mengarah ke barat dan sedikit ke arah selatan. Abu vulkanik bergerak paling jauh mengarah ke barat hingga Samudera Hindia dan menutupi sebagian provinsi Jawa Tengah. Data angin yang didapat dari ECMWF menunjukkan arah dan kecepatan yang memiliki pola beragam. Terdapat pola angin turbulen yang berada di atas Samudera Hindia. Hal tersebut dapat dilihat dari pola arah angin yang tidak seragam dan cenderung memutar. Kecepatan angin yang mengarah ke barat di selatan pulau Jawa memiliki kecepatan 2,3 m/s hingga 5,6 m/s. Berdasarkan Skala Beaufort, kecepatan tersebut termasuk kedalam skala 2, 3, dan 4. Berdasarkan perbandingan secara kualitatif, pola sebaran abu vulkanik hasil pemodelan Ash3D dengan pola arah dan kecepatan angin data ECMWF adalah sesuai.

Validasi hasil pemodelan dalam mode *deposit simulation* dilakukan dengan pengambilan data sampel lapangan. Pengambilan data tersebut dilakukan dengan metode wawancara pada titik sampel yang telah ditentukan sebanyak 10 responden. Untuk mengetahui baik atau tidaknya data lapangan yang didapat, maka data hasil lapangan tersebut

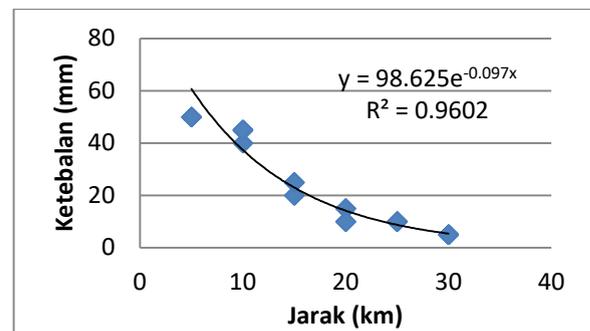
dilakukan beberapa analisis statistik deskriptif, diantaranya adalah regresi dan korelasi. Grafik regresi pada tiap kejadian letusan dapat dilihat pada grafik berikut.



Grafik 1.1. Analisis regresi hasil lapangan erupsi 26 Oktober 2010



Grafik 1.2. Analisis regresi hasil lapangan erupsi 30 Oktober 2010



Grafik 1.3. Analisis regresi hasil lapangan erupsi 5 November 2010

Persamaan nilai regresi liner sederhana yang dihasilkan dari grafik menunjukkan koefisien yang negatif. Arah hubungan yang negatif menggambarkan hubungan yang berkebalikan antara dua variabel, yaitu setiap penurunan nilai variabel  $y$  maka akan diikuti dengan peningkatan nilai variabel  $x$ . Hal tersebut sesuai dengan hubungan antara ketebalan abu vulkanik dengan jarak endapan. Semakin jauh jarak endapan dari titik erupsi, maka

ketebalannya semakin tipis, berlaku pula sebaliknya.

Koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang didapatkan dari grafik tersebut masing-masing sebesar 0,9538; 0,9602; dan 0,9324. Angka koefisien determinasi tersebut berada di atas 0,90 atau diatas 90%. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengaruh antara variabel satu dengan variabel lainnya sangat kuat. Sebagai contoh, pada erupsi tanggal 26 Oktober 2010 memiliki koefisien determinasi sebesar 0,9538 atau sama dengan 95,38%. Hal tersebut dapat diartikan bahwa ketebalan abu vulkanik yang terendapkan akan dipengaruhi oleh jarak sebanyak 94,5% dan sisanya dipengaruhi oleh faktor-faktor lainnya. Koefisien korelasi ( $R$ ) dapat dihitung dengan melakukan pengakaran pada koefisien determinasi. Hasil akarkuadrat dari koefisien determinasi tersebut secara berurutan sebesar 0,9721; 0,9531; dan 0,9495. Angka tersebut berada pada rentang 0,8 hingga 1 yang termasuk ke dalam korelasi kuat. Berdasarkan hasil dapat diartikan bahwa keeratan antara variabel ketebalan abu vulkanik dengan variabel jarak endapan memiliki hubungan yang sangat kuat atau dapat disebut korelasi kuat/erat.

Data lapangan yang telah didapatkan dari hasil wawancara dengan hasil ketebalan endapan yang dihasilkan pemodelan kemudian divalidasi dengan melakukan perhitungan besar nilai erornya dengan NRMSE. Hasil perhitungan NRMSE dari hasil data lapangan dengan data model dapat dilihat pada tabel 3.1.berikut.

Tabel 1.2 Hasil perhitungan NRMSE

Tanggal erupsi	NRMSE
26 Oktober 2010	0,112158
30 Oktober 2010	0,34216
5 November 2010	0,236701

Sumber : Indrawan, 2017

Secara keseluruhan nilai NRMSE yang dihasilkan dari perhitungan tersebut menunjukkan nilai yang tidak terlalu mendekati nilai 0. Namun hasil pemodelan yang paling mendekati 0 adalah hasil pemodelan pada erupsi tanggal 26 Oktober 2010 dengan nilai 0,112158. Sedangkan nilai NRMSE terbesar dimiliki oleh hasil model pada erupsi tanggal 30 Oktober 2010 dengan nilai 0,34216 dan hasil model pada erupsi tanggal 5 November sebesar 0,236701. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa data model paling baik yang

dihasilkan dan merepresentasikan kejadian sesungguhnya adalah pemodelan pada tanggal 26 Oktober 2010.

## KESIMPULAN

Hasil pemodelan dengan mode *airborne simulation* menghasilkan output sebaran awan abu vulkanik yang terbang terbawa angin pada tiap kejadian erupsi. Sedangkan hasil pemodelan *deposit simulation* menghasilkan peta *isopach* dan file *kmz* untuk mempermudah interpretasi. Hasil model erupsi tanggal 26 Oktober 2010 menunjukkan bahwa awan abu vulkanik yang dihasilkan cenderung mengarah ke baratdaya dan awan abu yang terbentuk perlahan terbawa angin menuju ke arah barat. Endapan abu vulkanik terjauh mencapai 240 km di Kabupaten Cilacap dan membutuhkan waktu 10,4 jam.

Hal tersebut juga terjadi pada hasil pemodelan erupsi 30 Oktober yang pada mulanya awan abu vulkanik bergerak ke arah baratdaya dan berbelok ke arah timur. Endapan abu vulkanik terjauh hanya berada di pesisir Kulonprogo dan membutuhkan waktu 3,6 jam. Persebaran awan abu vulkanik hasil erupsi 5 November 2010 mengarah ke barat dan bergeser ke arah selatan secara perlahan. Awan abu vulkanik pada tanggal 5 November memiliki jangkauan sebaran endapan yang paling luas dibandingkan dengan hasil model pada tanggal erupsi lainnya. Endapan terjauh hasil model pada tanggal 5 November 2010 mencapai perbatasan Ciamis dengan Tasikmalaya.

Berdasarkan hasil validasi, output sebaran awan abu vulkanik lebih baik untuk menggambarkan kejadian nyata di lapangan daripada output sebaran endapan abu vulkanik. Oleh karena itu, hasil dari pemodelan tersebut baik digunakan untuk petunjuk mitigasi mengenai luasan dan jangkauan area terdampak daripada untuk mengkalkulasi dan memprediksi kuantitas, baik hasil endapan abu vulkanik maupun konsentrasi awan abu vulkanik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Crandell, D. R., B. Booth, K. Kusumadinata, D. Shimozuru, G. P. L. Walker, dan D. Westercamp. (1984). *Source-Book for Volcanic-Hazards Zonation*. Imprimerie Sodexic, Paris.
- Damby, C.J., C.J. Horwell, P.J. Baxter, P. Delmelle, K. Donaldson, C. Dunster, B. Fubini, F.A. Murphy, C. Nattrass, S. Sweeney, T.D. Tetley,

- dan M. Tomatis. (2012). The Respiratory Health Hazard Of Tephra From The 2010 Continental Eruption Of Merapi With Implications For Occupational Mining Of Deposits. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 261 (2013) 376–387.
- Heriwaseso, A. (2009). Model Prakiraan Penyebaran Dan Ketebalan Abu Vulkanik Akibat Letusan Gunungapi : Studi Kasus Di G.Galunggung, G. Merapi, dan G. Tambora. *Bulletin Vulkanologi dan Bencana Geologi*, Volume 4 Nomor 3, Desember 2009 : 1-9.
- Horwell, C.J., dan Baxter P.J. (2006). The Respiratory Health Hazards Of Volcanic Ash : A Review For Volcanic Risk Mitigation. *Bulletin of Vulcanology* 69:1-24.
- Mastin, L. (2012). *Understanding And Using The Web Graphical User Interface To The USGS Ash3D Model*. USGS : US.
- Tjasyono, B. (2007). Sistem Angin. *Dokumen Workshop Turbin Angin Kecepatan Angin Rendah dan Peta Potensi Angin Resolusi Tinggi, tanggal 21-22 Agustus 2007 oleh Kelompok Keahlian Sains Atmosfer Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan*. Institut Teknologi Bandung : Bandung.
- Willmott, C.J. dan Kenji M. (2005). Advantages of The Mean Absolute Error (MAE) Over The Root Mean Square Error (RMSE) in Assessing Average Model Performance. *Climate Research* Vol. 30: 79–82. Department of Geography, University of Delaware : USA.