

IMPLEMENTASI TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH BERBASIS DUAL DOPPLER RADAR SEBAGAI UPAYA MITIGASI ASAP KARHUTLA

Muhammad Panji Rosyady^{1)*}, Agung Hari Saputra²⁾, Titis Angger Pangestu³⁾, Ashifa Putri⁴⁾.

¹⁾ Stasiun Meteorologi Kelas III Gusti Syamsir Alam - Kotabaru

²⁾ Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika

³⁾ Stasiun Meteorologi Kelas III David Constantijn Saudale - Rote

⁴⁾ Stasiun Meteorologi Kelas III Rahadi Oesman - Ketapang

*Korespondensi: panjirosyady@gmail.com

ABSTRACT

During 2018, forest and land fires that occurred in the Banjarbaru area were recorded to the tune of 98,637 hectares. The incident caused in the occurrence of smog that could harm the environment and human health. Direct and continuous monitoring of haze is needed by the community and government in providing early warning information related to haze of forest and land fires. Detection of haze from forest and land fires can be done by one of the remote sensing system, called the weather radar. However, for the detection of smoke haze from forest and land fires using weather radar is necessary to pay attention to the quality of radar data and the range of observations. Therefore, to improve the quality of weather radar data, clutter correction is used. In addition, it also can be used dual doppler method to increase the range of detection when smoke haze happen. This research was conducted on 12, 17 and 27 September 2018 in the Banjarbaru area using weather radar data, ME48 data, and hotspot data. This study aims to determine the application of the dual doppler method as well as the spatial and temporal characteristics of land fire smoke distribution. The results showed that the minimum visibility reached 10 m at the time of the haze of forest and land fires. Observation of haze of forest and land fires using weather radar indicates the presence of smoke echo with a reflectivity value of -6 - 13 dBZ with smoke height reaching 2 km with the direction of smoke distribution moving from southeast to northwest.

Keywords: *smog, forest fire, weather radar, dual doppler*

ABSTRAK

Selama tahun 2018, kebakaran hutan dan lahan yang terjadi di wilayah Banjarbaru tercatat sebanyak 98.637 Ha. Peristiwa tersebut mengakibatkan terjadinya kabut asap yang dapat membahayakan lingkungan dan kesehatan pada manusia. Pemantauan kabut asap secara langsung dan kontinyu sangat diperlukan oleh masyarakat dan pemerintah dalam memberikan informasi peringatan dini terkait kabut asap kebakaran hutan dan lahan. Deteksi kabut asap kebakaran hutan dan lahan dapat dilakukan oleh salah satu penginderaan jarak jauh yaitu radar cuaca. Akan tetapi, untuk pendeteksian kabut asap kebakaran hutan dan lahan, radar cuaca perlu memperhatikan kualitas data radar dan range pengamatan. Oleh karena itu, untuk peningkatan kualitas data radar cuaca maka digunakan clutter correction. Tambahan pula, untuk peningkatan range pada saat pendeteksian kabut asap dapat menggunakan metode dual doppler. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 12, 17, dan 27 September 2018 di wilayah Banjarbaru dengan menggunakan data radar cuaca, data ME48, dan data hotspot. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penerapan metode dual doppler serta karakteristik sebaran asap kebakaran lahan secara spasial dan temporal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jarak pandang minimum mencapai 10 m pada saat kejadian kabut asap kebakaran hutan dan lahan. Pengamatan kabut asap kebakaran hutan dan lahan menggunakan radar cuaca mengindikasikan adanya echo asap dengan nilai reflectivity -6 – 13 dBZ dengan ketinggian asap mencapai 2 km serta arah sebaran asap bergerak dari tenggara menuju barat laut.

Kata kunci: Kabut asap, kebakaran hutan, radar cuaca, *dual doppler*

PENDAHULUAN

Kebakaran hutan pada lahan gambut sering terjadi di Provinsi Kalimantan Selatan

dan Kalimantan Tengah. Tercatat pada tahun 2018 sebanyak 98.637,99 Ha lahan yang terbakar kebakaran hutan di Provinsi Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah

sebanyak 41.521,31 Ha (KLHK, 2019). Kebakaran hutan dan lahan umumnya disebabkan oleh ulah manusia yang didorong oleh kebutuhan ekonomi (Septianingrum, 2018). Selain itu, kondisi kebakaran hutan ini berkaitan erat dengan aktifitas fenomena global El Nino Southern Oscillation (ENSO) dimana semakin menguat aktifitas ENSO, maka kebakaran hutan dan lahan semakin banyak terjadi (Tenzin dan Choke, 2018). Kebakaran hutan dan lahan dapat menghasilkan kabut asap yang dapat mengganggu kesehatan dan penurunan kualitas udara dalam jangka panjang (Marlier dkk., 2013).

Penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geospasial (SIG) memiliki peranan penting dalam mempeleajari karakteristik dan penyebab terjadinya kebakaran (Lentile dkk., 2006). Lentile dkk. (2006) juga menyebutkan bahwa untuk mendeteksi kabut menggunakan penginderaan jauh sudah dilakukan dengan menggunakan satelit menggunakan data visible. Akan tetapi, interpretasi kabut asap menggunakan satelit sulit dilakukan ketika tertutup banyak awan di wilayah yang terjadi kebakaran. Oleh karena itu, untuk mendeteksi kabut asap pada saat banyak awan bisa menggunakan penginderaan jauh radar cuaca doppler (Lentile dkk., 2006).

Radar cuaca didefinisikan sebagai suatu sistem yang digunakan untuk mendeteksi dan menyelidiki suatu objek di permukaan dan atmosfer dengan menggunakan pantulan kembali pancaran gelombang yang ditembakkan oleh radar cuaca (Rauber dan Nesbitt, 2018, Saraiva dkk., 2014). Ketika terjadi kabut asap kebakaran hutan dan lahan, radar cuaca dapat dijadikan sebagai alat untuk mendeteksi kebakaran hutan dan juga sebagai informasi untuk pengambilan keputusan daerah mana yang terjadi kebakaran (Saraiva dkk., 2014).

Deteksi kebakaran hutan dan lahan tidak dapat langsung melihat lokasi terjadi kebakaran, tetapi melihat pola asap yang dihasilkan oleh terbakarnya biomassa yang terdeteksi oleh radar cuaca (Tsai dkk., 2009). Oleh karena itu digunakanlah metode dual

doppler radar yang berguna untuk memperluas wilayah cakupan radar dan mengurangi ketidakakuratan akurasi dari kedua radar dalam mendeteksi objek (Davies-Jones, 1979).

Dalam penelitian ini penulis akan mengimplementasikan penerapan teknik dual doppler radar untuk upaya mitigasi kebakaran hutan dan lahan. Produk radar cuaca yang digunakan dalam penelitian ini adalah CMAX (dBZ) dan VCUT (dBZ). Penelitian ini akan mengambil wilayah cakupan radar cuaca Banjarbaru dan Palangkaraya.

METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Data dan Informasi areal kebakaran lahan di wilayah Banjarbaru dan Palangkaraya yang didapatkan dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan selama tahun 2018.
- Data mentah radar cuaca Banjarbaru dan Palangkaraya dengan format volumetrik (.vol) yang didapatkan dari BMKG.
- Data Pengamatan ME48 dan Radiosonde di Stasiun Meteorologi Syamsudin Noor Banjarbaru dan Stasiun Meteorologi Tjilik Riwut Palangkaraya.
- Data dukung: Data hotspot pada waktu dan lokasi penelitian yang di dapat dari NASA

Penelitian ini menggunakan beberapa alat sebagai berikut:

- Aplikasi Rainbow 5.4 (Lab. Meteorologi STMKG)
Digunakan untuk mengolah raw data radar cuaca dengan format .vol dari site radar menjadi berbagai produk radar berupa reflectivity, kecepatan radial maupun spectral width.
- Aplikasi Edge 5.0
Digunakan untuk mengkonversi raw data radar cuaca
- WPS Spreadsheet
Digunakan untuk mengolah data dan angka untuk melakukan perhitungan matematis, alat grafik, tabel dan analisis secara kuantitatif.

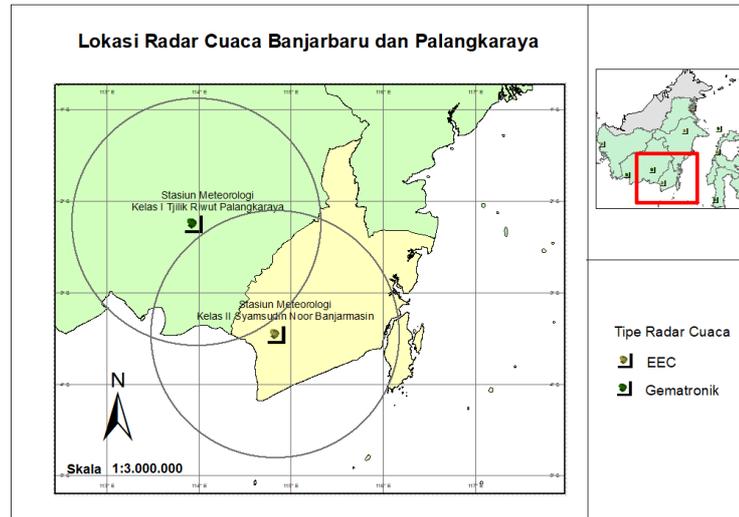
d. WPS Writer

Digunakan untuk mengolah kata yang digunakan dalam menyusun laporan penelitian.

e. ArcGIS 10.3 Trial Version

Digunakan untuk memetakan lokasi radar berdasarkan koordinat.

Daerah penelitian berada pada wilayah cakupan radar cuaca Banjarbaru dan radar cuaca Palangkaraya dengan radius 150 km dari pusat masing – masing radar.

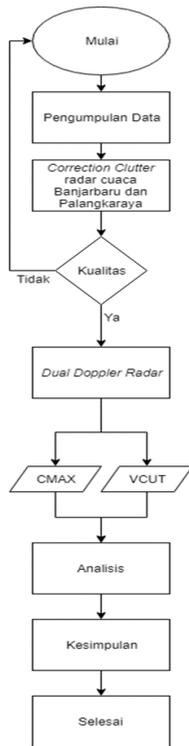


Gambar 2.1 Peta daerah penelitian

Teknik pengolahan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Mengumpulkan rawdata radar selama tahun 2018 dari Radar Palangkaraya dan Banjarbaru.
- Menentukan hari terjadinya fenomena asap kebakaran lahan yang didapatkan dari data observasi cuaca Stasiun Meteorologi Syamsudin Noor Banjarbaru dan Stasiun Meteorologi Tjilik Riwut Palangkaraya.
- Mengubah data radar EEC Banjarbaru menjadi hdf5 yang nantinya dapat diolah menggunakan aplikasi Rainbow 5.4.
- Melakukan filter clutter menggunakan aplikasi 3DRave untuk membuat clutter map yang digunakan dalam preprocessing. Pengaturan Range diatur 150 km yang disesuaikan dengan batasan masalah penelitian. Menurut Maruri dkk. (2010) dalam penelitiannya yang berjudul "Design an operational clutter map for Kapildui's radar (2010)" menyebutkan bahwa clutter map dapat menghilangkan clutter dan penerapannya sangat baik dengan elevasi maksimum 10.

- Mengolah data radar cuaca Banjarbaru dan Palangkaraya dengan software Rainbow guna menghasilkan produk radar yang digunakan dalam analisis. Produk radar yang digunakan dalam penelitian ini adalah CMAX dan VCUT.
- Melakukan verifikasi dengan ME 48, hotspot, dan reflectivity pada saat kejadian kabut asap kebakaran lahan dengan memunculkan nilai korelasi.
- Menganalisis serta pengambilan kesimpulan karakteristik dan kondisi atmosfer pada saat kabut asap kebakaran lahan pada lokasi penelitian



Gambar 2.2 Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Data ME48 Stasiun Meteorologi Syamsudin Noor

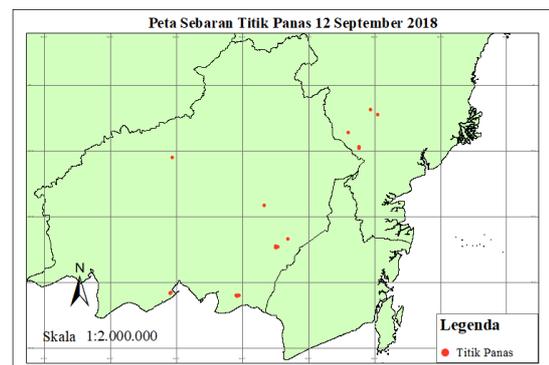
Hasil laporan data sinoptik tanggal 12, 17, dan 27 September 2018 di stasiun meteorologi Syamsudin Noor menunjukkan bahwa kejadian kabut asap yang terjadi di Banjarbaru umumnya dilaporkan dengan kabut tebal. Kabut tebal tersebut menyebabkan jarak pandang di wilayah Banjarbaru mencapai 10 m (tabel 3.1). Kejadian kabut asap yang dilaporkan umumnya terjadi pada pagi hari dan malam hari. Pada tabel 3.1 dijadikan acuan dalam melakukan penelitian terkait implementasi dual doppler untuk mitigasi kebakaran hutan dan lahan.

Tabel 3.1. Data ME48 pada Kejadian Kabut Asap di Banjarbaru

No.	Tanggal	Data ME 48	
		7wwW ₁ W ₂	Visibility (m)
1	12-Sep-18	<i>thick smoke</i>	500
2	17-Sep-18	<i>smoke</i>	500
3	27-Sep-18	<i>thick smoke</i>	10

Analisis Sebaran Titik Panas

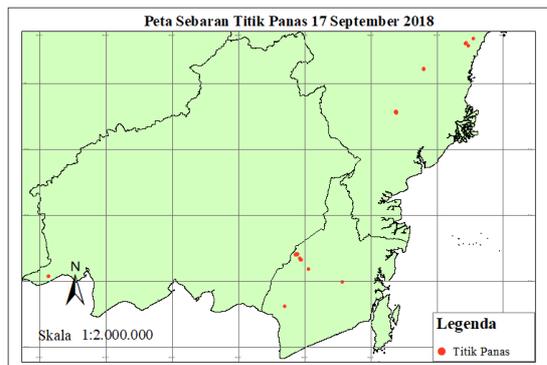
Pada gambar 3.1 merupakan sebaran titik panas pada tanggal 12 September 2018 yang didapatkan dari pantauan citra satelit Terra/Aqua NOAA di wilayah Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah. Berdasarkan pemantauan pada tanggal tersebut didapatkan sebanyak 10 titik panas yang tersebar di Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah. Sebaran titik panas tersebut menunjukkan bahwa wilayah Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah terjadi kebakaran hutan dan lahan.



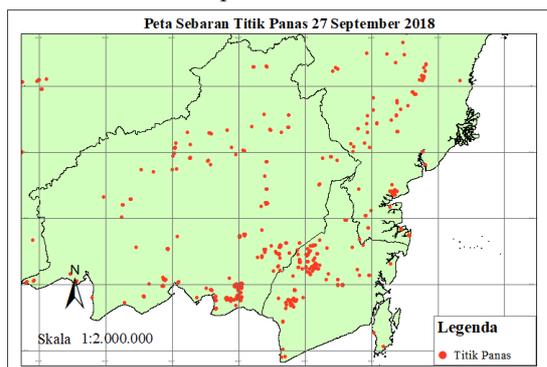
Gambar 3.1. Peta sebaran titik panas 12 September 2018

Sebaliknya, pada tanggal 17 September 2018, sebaran titik panas mengalami penurunan hingga menjadi 7 titik di Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah (gambar 3.2).

Sementara itu, pada tanggal 27 September 2018 (gambar 3.3) terjadi peningkatan sebaran titik panas dibandingkan dengan tanggal 12 dan 17 September 2018. Oleh sebab itu, titik panas yang meningkat menunjukkan bahwa banyak wilayah yang sedang terjadi kebakaran hutan dan lahan. Peningkatan ini juga menyebabkan terjadinya kabut asap di wilayah Banjarbaru.



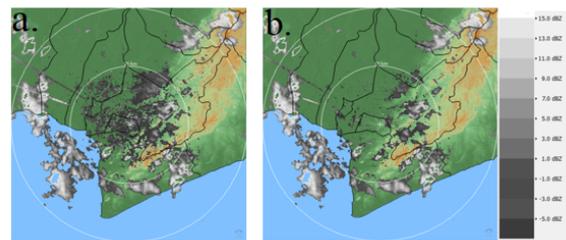
Gambar 3.2. Peta sebaran titik panas 17 September 2018



Gambar 3.3 Peta sebaran titik panas 27 September 2018

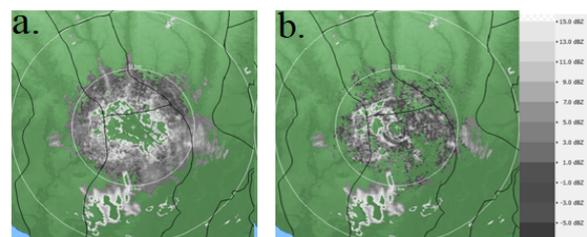
Analisis Citra Radar

Sebelum melakukan analisis produk CMAX dan VCUT perlu diperhatikan kualitas data radar cuaca dari kedua wilayah tersebut dengan menggunakan clutter map pada proses *pre-processing* yang pernah dilakukan oleh Rosyady dkk. (2019). Pada gambar 3.4 ditunjukkan bahwa pembuatan *clutter map* yang digunakan pada *pre-processing* sangat efektif dalam mengurangi *noise* dan interferensi di wilayah Banjarbaru.



Gambar 3.4 *Non clutter correction* Banjarbaru (kiri) dan *clutter correction* (kanan)

Sementara itu, untuk wilayah radar cuaca Palangkaraya setelah menambahkan *clutter map*, *ground clutter* yang berada di sekitar radar sudah tidak teridentifikasi (gambar 3.5).



Gambar 3.5 *Non clutter correction* Palangkaraya (kiri) dan *clutter correction* (kanan)

Berdasarkan data ME48 dan data sebaran titik panas, didapatkan pola sebaran asap kebakaran hutan dan lahan di wilayah Banjarbaru dan Palangkaraya dengan menggunakan metode dual doppler radar (gambar 3.5). Nilai reflectivity yang sudah diatur juga dapat digunakan untuk melihat lokasi terjadinya kebakaran hutan. Pada gambar 3.5 menunjukkan asap kebakaran hutan terdeteksi pertama kali pada jam 02.20 UTC untuk tanggal 12 September 2018.

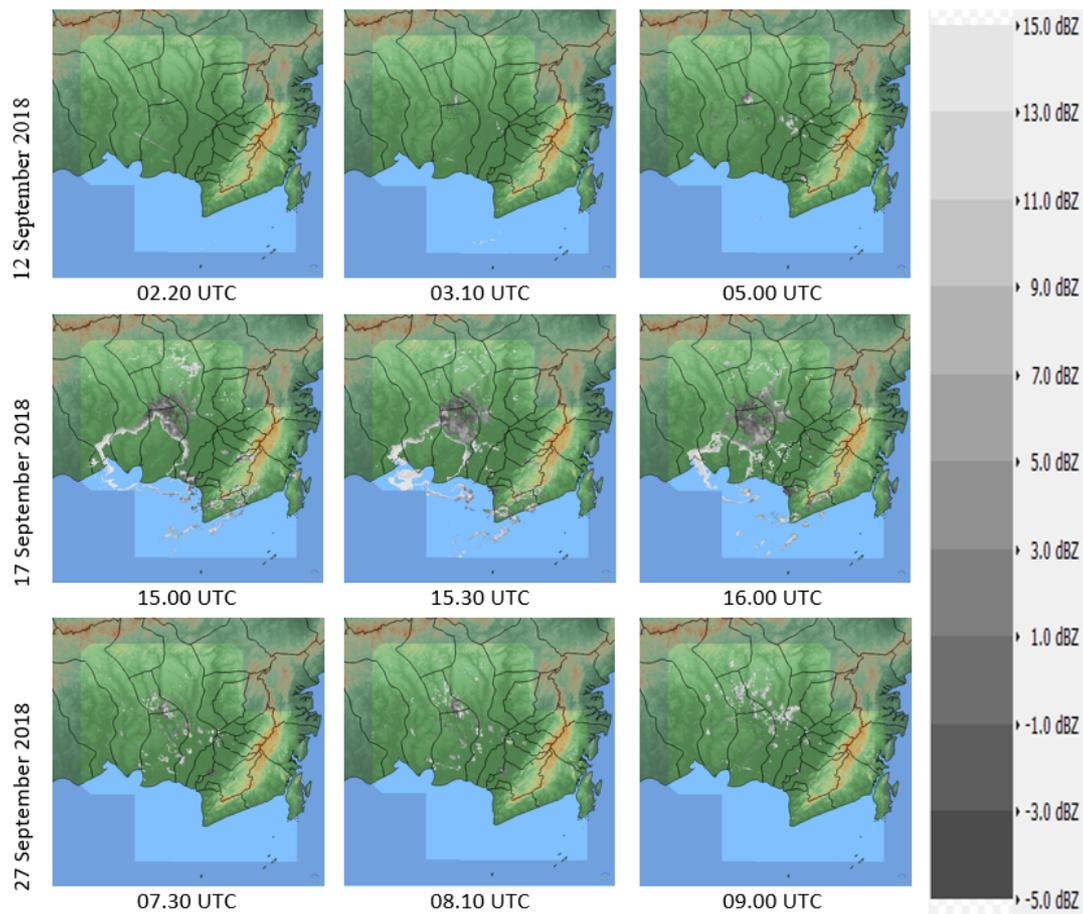
Asap kebakaran hutan dan lahan yang terdeteksi pada tanggal 12 September 2018 terletak pada radius kurang dari 50 km dari radar cuaca Banjarbaru. Pola asap terlihat hingga jam 06.00 UTC yang bergerak menuju daerah Kalimantan Tengah (barat laut). Sementara itu, pada tanggal 17 September 2018 terlihat banyak awan yang terdeteksi pada radar cuaca. Awan yang terdeteksi tersebut dapat menyebabkan kesulitan untuk membedakan asap dengan awan. Namun, dengan radar cuaca hal seperti ini dapat dibedakan dengan melihat pola sebaran asap yang tidak berubah dengan cepat jika dibandingkan dengan pola sebaran awan yang berubah dengan cepat.

Struktur vertikal asap kebakaran hutan dan lahan dapat terlihat pada produk vertical cut

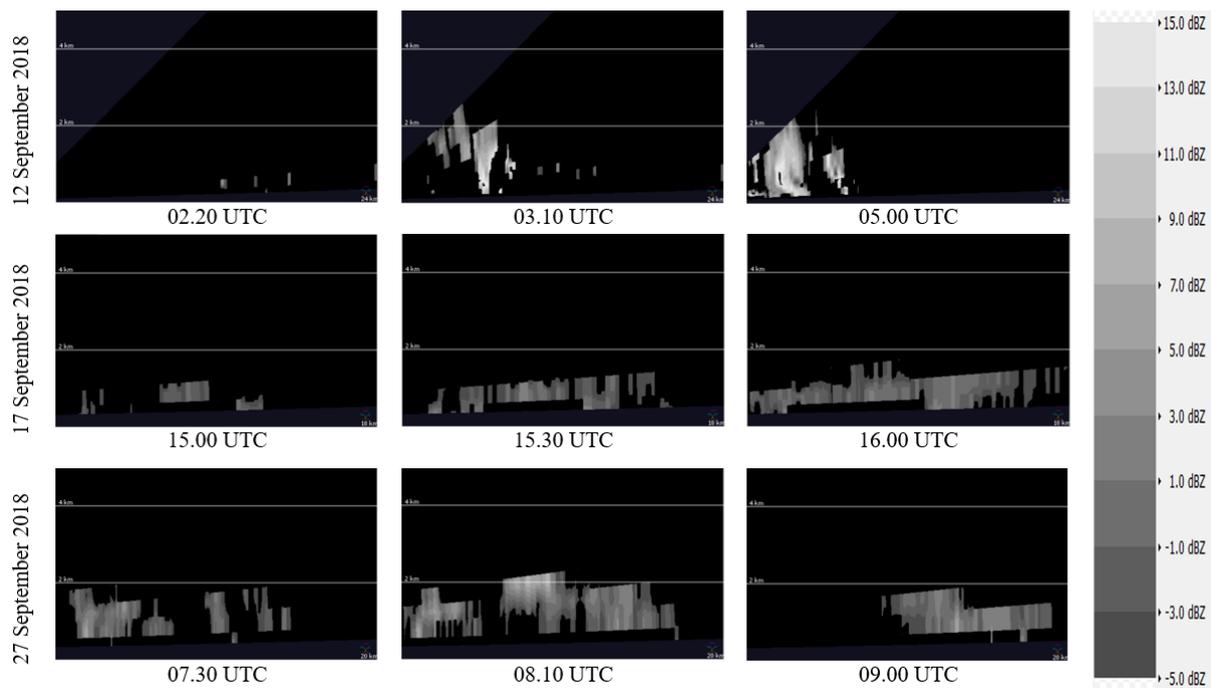
yang dilakukan pada echo asap di produk CMAX. Struktur vertikal dan ketinggian dapat dijelaskan oleh produk VCUT. Produk ini dapat menjelaskan tahap perkembangan echo asap kebakaran hutan dan lahan yang terjadi di wilayah Banjarbaru gambar 3.6.

Berdasarkan gambar 3.6 ditunjukkan bahwa pola asap mengalami peningkatan dari sebelum terdeteksi asap kebakaran, saat, dan perkembangan asap. Perkembangan aspa pada

tanggal 12 dan 27 September 2018 terlihat mendekati posisi radar cuaca. Sebaliknya, pada tanggal 17 September 2018 terlihat pola asap kebakaran hutan dan lahan di wilayah Banjarbaru menjauhi radar cuaca. Walaupun demikian, struktur vertikal asap kebakaran hutan dan lahan memiliki ketinggian yang mencapai 2 km dari permukaan tanah.



Gambar 3.5 Dual Doppler CMAX pada tanggal 12, 17, dan 27 September 2018



Gambar 3.6 VCUT pada tanggal 12, 17, dan 27 September 2018

KESIMPULAN

Implementasi metode *dual doppler* mampu meningkatkan range cakupan radar cuaca dalam mendeteksi asap kebakaran hutan dan lahan di wilayah Banjarbaru dan Palangkaraya. Selanjutnya, karakteristik sebaran asap kebakaran hutan dan lahan di wilayah penelitian memiliki nilai *reflectivity* berkisar antara -6 – 13 dBZ yang bergerak dari Kalimantan Selatan (tenggara) menuju Kalimantan Tengah (barat laut) . Selain itu, ketinggian asap pada tanggal 12, 17, dan 27 September 2018 mencapai ketinggian 2 km dari permukaan tanah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih penulis tujuan pula kepada bapak Agung Hari Saputra, S.Tr, M.ChET, selaku dosen pembimbing yang telah mengarahkan penulis dalam setiap tahap penyelesaian tulisan ini hingga mencapai hasil yang terbaik. Semoga karya tulis ini dapat bermanfaat bagi para pembaca terhormat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinugroho, W., N. Suryadiputra, , B. Hero Saharjo, dan L. Siboro. (2005). Buku-Panduan-Pengendalian-Kebakaran-Hutan-Ind-1, Bogor: Wetlands International, Bogor.
- Amnuaylojaroen, T., J. Kreasuwun, S. Towta, dan K. Siriwittayakorn. (2009). Dispersion of Particulate Matter (PM10) from Forest Fire in Chiang Mai Province. Thailand: Chiang Mai University.
- Davies-Jones, R. P. (1979). Dual-Doppler Radar Coverage Area as a Function of Measurement Accuracy and Spatial Resolution, *Journal of Applied Meteorology*, Vol. 18, Hal. 1229-1233.
- <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/download/>, diakses pada tanggal 26 Juli 2019.
- Holleman, I., D. Michelson, G. Galli, U. Germann, dan M. Peura. (2006). Quality information for radars and radar data, OPERA workpackage.
- Huang, K., J. Zhong, Zhu, J., Zhang, X., F. Zhao, Xie, H., Gu, F., Zhou, B. dan Wu, M. (2009). The Method of forest Fires Recognition by Using Doppler Weather Radar, Eighth Symposium on Fire and Forest Meteorology.

- Kharisma, S., Suyatim, E. Wardoyo dan R. D. Ninggar. (2018). Identification Characteristic Dispersion of Volcanic Ash Using PUFF Model with Weather Radar on Eruption of MT. Rinjani August 2016, *International Journal on Advanced Science Engineering Information Meteorology*, Vol. 8, Hal. 463-468.
- KLHK. (2019). Peta Kebakaran Hutan dan Lahan Kalimantan, http://sipongi.menlhk.go.id/hotspot/luas_kebakaran, diakses pada tanggal 1 Agustus 2019.
- Lentile, L., Holden, Z., M. S. Smith, A., Falkowski, M., Hudak, A. T., A Morgan, P., Lewis, S., Gessler, P. dan Benson, N. (2006). Remote sensing techniques to assess active fire characteristics and post-fire effects, *International journal of Wildland Fire*, 15.
- Marlier, M. E., Defries, R. S., Voulgarakis, A., Kinney, P. L., Randerson, J. T., Shindell, D. T., Chen, Y. dan Faluvegi, G. (2013), El Niño and health risks from landscape fire emissions in Southeast Asia, *Nature climate change*, 3, 131-136.
- Maruri, M., J. Álvarez, V. Abad, dan J. A. Romo. (2010). Design an operational clutter map for Kapildui's radar, *The Sixth European Conference on Radar in Meteorology and Hydrology*.
- Melnikov, V. M., Zrníc, D. S., Rabin, R. M. dan Zhang, P. (2008). Radar polarimetric signatures of fire plumes in Oklahoma, *Geophysical Research Letters*, Vol. 35. P.12/Menhut-II/2009
- Raghavan, S. (2003) *Radar Meteorology*, London: Kluwer Academic Publisher.
- Rauber, R. M. dan Nesbitt, S. W. (2018). *Radar Meteorology A First Course*, United Kingdom: Wiley-Blackwell.
- Ray, P. S., Ziegler, C. L., Bumgarner, W. dan Serafin, R. J. (1980). Single- and Multiple-Doppler Radar Observations of Tornadic Storms, *Monthly Weather Review*, Vol. 108, Hal. 1607-1625.
- Reisen, F., S. Durán, M. Flannigan, C. Elliott, dan K. Rideout. (2015). Wildfire smoke and public health risk, *International Journal of Wildland fire*, Vol. 24.
- Rosyady, M. P., Agung Hari Saputra, Eko Wardoyo, Ashifa Putri dan Pangestu, T. A. (2019). Implementation of Clutter Correction during Forest Fire Smog in the Banjarbaru region (Case Study September 17 2018). 6th Annual Scientific Meeting Disaster Research "International Conference on Disaster Management", Bogor, 135-136.
- Sandhyavitri, A., Fauzi, M., Gunawan, H. dan Sutikno, S. (2018). *Mitigasi Bencana Banjir dan Kebakaran*, Riau: Universitas Riau Press.
- Saraiva, E., V Soares, R., Batista, A., Tertuliano, H. dan Gomes Held, A. (2014) *Weather Radar: An Efficient Tool For Forest Fire Detection*, Portugal: Coimbra University Press.
- Selex. (2013). *Software Manual Rainbow 5 Product & Algorithms*, Jerman: SELEX SIGmbH.
- Septianingrum, R. (2018). Dampak Kebakaran Hutan di Indonesia Tahun 2015 dalam Kehidupan Masyarakat [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/325215886_Dampak_Kebakaran_Hutan_di_Indonesia_Tahun_2015_dalam_Kehidupan_Masyarakat [Accessed].
- Stull, R. (2015), *Practical Meteorology: An Algebra-based Survey of Atmospheric Science*, Columbia: University of British.
- Tenzin, K. dan Choke. (2018). *Forest fire history and its link to climate and ENSO*, Bhutan: Ugyen Wangchuck Institute for Conversation and Environmental Research.
- Tsai, P.-S., Frasier, S. J., Goodrick, S., Achtemeier, G. dan Odman, M. (2009) *Combined Lidar and Radar Observations of Smoke Plumes from Prescribed Burns*, Massachusetts :Department of electrical and Computer Engineering.