

# PEMANFAATAN TRANSPORTABLE RADAR CUACA DOPPLER X-BAND UNTUK PENGAMATAN AWAN

Tiin Sinatra dan Noersomadi  
Pusat Sain dan Teknologi Atmosfer  
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional  
Jl. Dr. Djundjunaan 133, Bandung 40173 Indonesia  
e-mail: tiin.sinatra@lapan.go.id

## RINGKASAN

Telah dilakukan pengamatan awan di beberapa tempat secara intensif dengan menggunakan alat *Transportable Radar Cuaca Doppler X-Band*, diantaranya di Bandung pada 2013 dan di Garut pada 2014. Berbagai skenario dilakukan selama pengamatan. Pemindaian volume dilakukan pada kedua pengamatan tersebut, namun pada saat pengamatan di Bandung juga dilakukan pemindaian RHI. Makalah ini ditulis untuk melihat evolusi awan hujan yang ditinjau dari beberapa hasil luaran radar. Untuk mendapatkan nilai reflektivitas dan kecepatan radial perlu dilakukan pengkonversian nilai piksel pada gambar. Pengkonversian koordinat polar menjadi kartesian juga perlu dilakukan tatkala akan melakukan *plot* data. Hasil menunjukkan bahwa radar dengan frekuensi *x-band* ini dapat memperlihatkan evolusi awan dalam wilayah terbatas dengan resolusi spasial maupun temporal yang cukup baik.

## 1 PENDAHULUAN

Radar merupakan alat yang penggunaannya masih terbatas untuk mengobservasi hujan secara terus-menerus di Indonesia. LAPAN sendiri baru mengoperasikan penggunaan radar untuk pengamatan awan pada 2012. Adapun radar yang dimiliki LAPAN bekerja pada frekuensi *X-band* dengan polarisasi tunggal (*single polarization*).

Untuk jenis radar cuaca, tentunya radar tipe ini digunakan untuk mengamati obyek meteorologi, seperti hujan, *hail*, salju, *drizzle*, ataupun jenis hidrometeor lainnya. Jenis obyek yang akan diamati akan menentukan pita gelombang radio yang digunakan. Gelombang *L-Band* (1-2 GHz, panjang gelombang 15-30 cm) banyak digunakan untuk mempelajari *clear-air turbulence*, *S-Band* (2-4 GHz, panjang gelombang 8-15 cm) digunakan untuk pengamatan pengawasan cuaca jangka pendek maupun jangka panjang. Radar jenis ini tidak mudah teratenuasi, tetapi membutuhkan tenaga maupun perangkat

yang besar. Selanjutnya, radar *C-Band* (4-8 GHz, panjang gelombang 4-8 cm) digunakan untuk pengawasan cuaca jangka pendek (seperti, penggunaan di dekat bandara). Radar ini dapat digunakan untuk penelitian lapangan karena bersifat portabel. Sedangkan, radar *X-Band* (8-12 GHz, panjang gelombang 2,5-4 cm) dapat digunakan untuk penelitian jangka pendek, sensitif untuk partikel yang lebih kecil sehingga radar jenis ini berguna untuk pengamatan awan, terutama awan hujan (Document Gamic, 2001; Gematronik, 2010).

Secara umum, radar beroperasi dengan pemindaian *plan position indicator* (PPI *scan*) yang menggambarkan awan hujan dalam sebuah peta hujan berbentuk lingkaran. Pemindaian volume (*volume-scanning radar*) merupakan skenario yang dapat digunakan untuk mengamati awan hujan secara 3 dimensi dan hal ini cukup efektif dilakukan (Kinosita dan Irisawa, 2003). Pemindaian volume menggunakan PPI pada beberapa elevasi. Sedangkan pemindaian *range*

*height indicator* (RHI scan) digunakan untuk observasi profil vertikal awan hujan. Makalah ini ingin memperlihatkan performa radar dari hasil beberapa pengamatan intensif pada 2013 di Gede Bage, Bandung dan 2014 di Pameungpeuk, Garut.

## 2 METODE

Metode yang digunakan dalam pengamatan awan ini adalah mengubah data yang diperoleh dari hasil beberapa ekspedisi dengan *transportable radar*, dimana datanya merupakan format HDF-5 dengan ekstensi \*.mvol. data ini selanjutnya diubah menjadi besaran reflektivitas dan besaran kecepatan dengan menggunakan persamaan (2-1) dan (2-2), yaitu:

$$\text{reflektivitas (dBZ)} = -32 + \left( \frac{95,5 - (-32)}{255} \right) * \text{nilai piksel} \quad (2-1)$$

$$\text{kecepatan } \left( \frac{\text{m}}{\text{s}} \right) = -14,346 + \left( \frac{14,346 - (-14,346)}{255} \right) * \text{nilai piksel} \quad (2-2)$$

Adapun saat melakukan *plot* data, dilakukan konversi koordinat polar menjadi koordinat Cartesian. Koordinat yang tersimpan pada \*.mvol adalah azimuth dan elevasi. Konversi dilakukan dengan menggunakan persamaan:

$$x = r * \cos \alpha \quad (2-3)$$

$$y = r * \sin \alpha \quad (2-4)$$

dengan  $\alpha$  adalah sudut elevasi.

## 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Deteksi Evolusi Awan Dilihat dari Data Reflektivitas

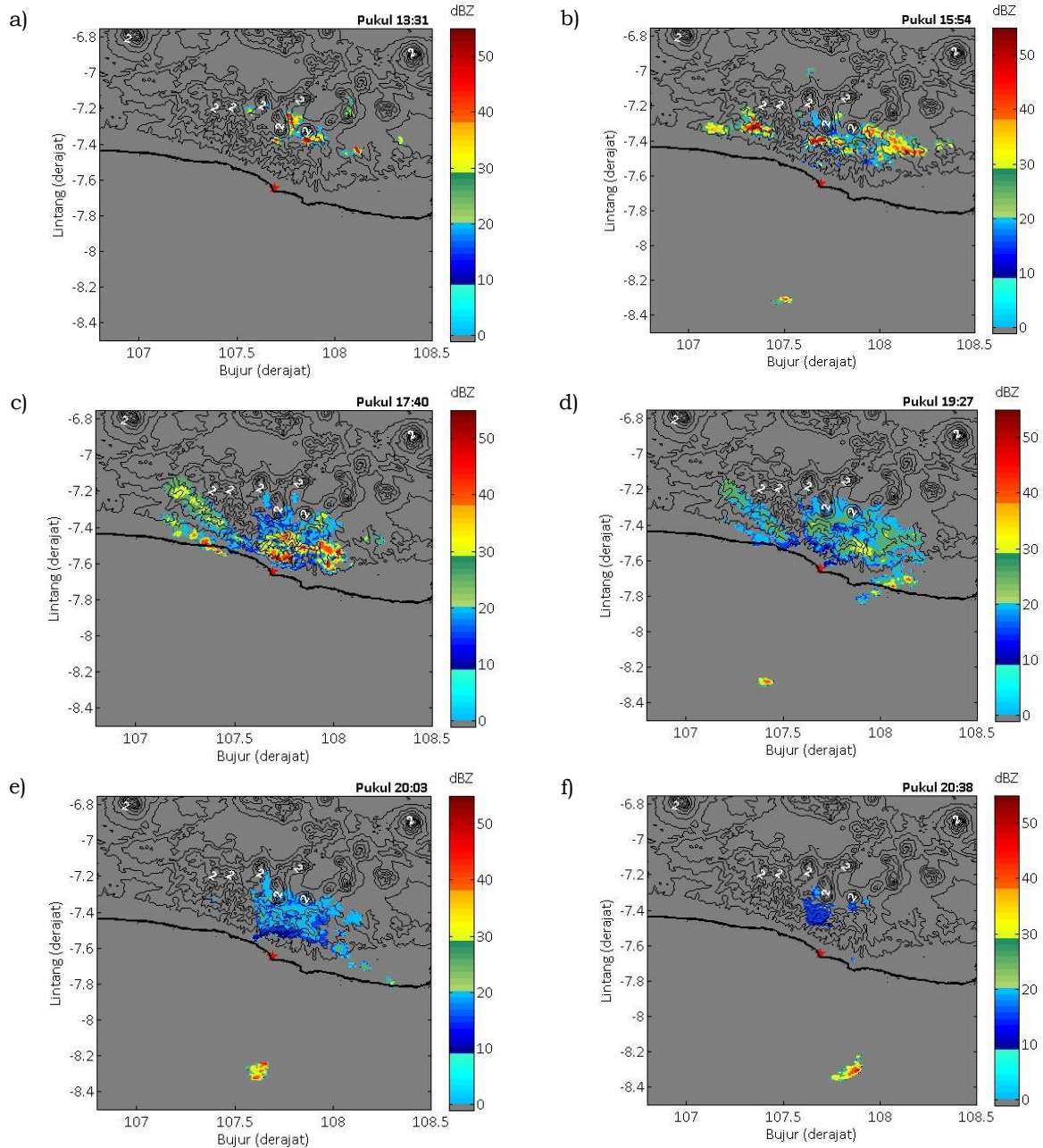
Berikut adalah hasil pengamatan pada saat observasi intensif di Pameungpeuk, Garut Jawa Barat. Sinatra, dkk (2014) melihat distribusi awan selama kurang lebih 1 bulan. Pada kasus ini hanya mengambil studi kasus pada hari tertentu saja. Gambar 3-1

memperlihatkan evolusi awan pada tanggal 16 Maret 2014 pada ketinggian 3 km. Ketinggian ini dipilih guna mengurangi efek dari *ground clutter*. Sebelah utara radar terdiri atas wilayah dataran tinggi dan pegunungan. Lokasi radar ditunjukkan oleh lambang bintang merah.

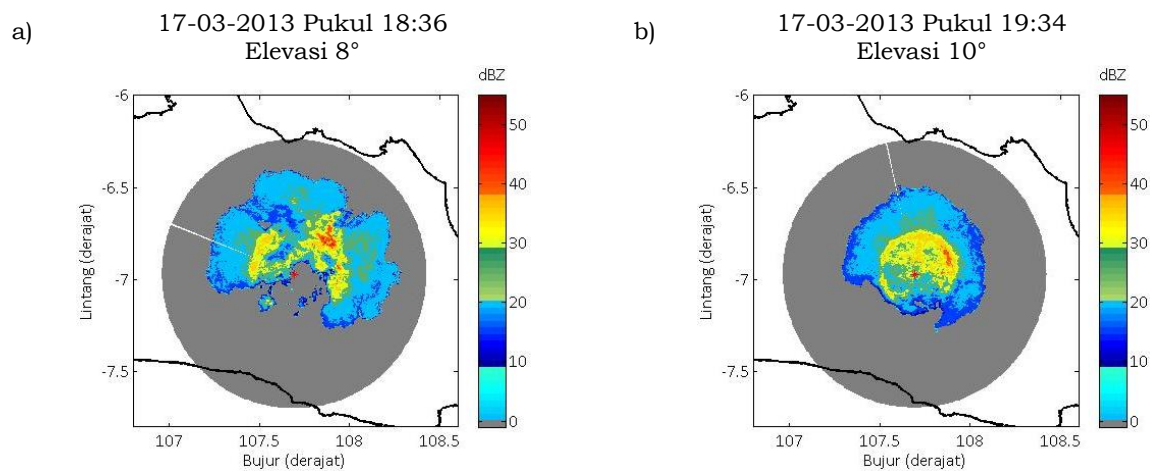
Awan mulai tumbuh di atas wilayah pegunungan diawal dengan awan-awan kecil yang terpisah. Semakin malam, awan semakin bertambah banyak dan luas dan mencapai puncaknya pada pukul 17:40. Hal ini terlihat dari luasan liputan awan dan semakin kuat nilai reflektivitasnya. Lewat pukul 17:40, awan mulai berkurang. Meskipun liputan awan masih tergolong luas, namun pada pukul 19:27 nilai reflektivitasnya menjadi rendah. Nilai reflektivitas dapat menunjukkan tebal/tipisnya awan. Malam hari pertumbuhan awan di atas pegunungan semakin lemah, tetapi mulai tampak ada pertumbuhan awan di atas lautan.

### 3.2 Bright Band

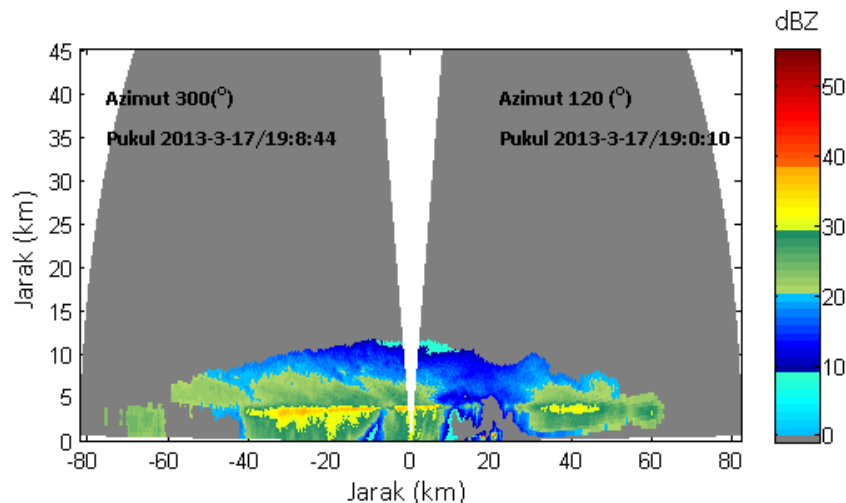
Dalam hasil pengamatan radar terkadang kita akan menjumpai adanya *bright band*. *Bright band* terlihat sebagai wilayah dengan nilai reflektivitas paling tinggi. Dalam gambar pemindaian PPI, *bright band* akan terlihat seperti donat yang ditunjukkan oleh Gambar 3-2, sedangkan pada pemindaian RHI, *bright band* akan nampak seperti garis yang mengidentifikasi adanya lapisan yang terlihat pada Gambar 3-3 (Matrosov, 2007; Zhang, 2010, *The Warning Decision Training Division*, diakses pada September 2015). Berikut beberapa contoh hasil pengamatan terdeteksinya *bright band* di Bandung pada tanggal 17 Maret 2013.



Gambar 3-1: Pertumbuhan awan dari hasil observasi di Pameungpeuk, Garut, Jawa Barat pada 16 Maret 2014 pada ketinggian 3 km



Gambar 3-2: Pemindaian PPI di Gede Bage, Bandung pada tanggal 17 Maret 2013. Lapisan peleburan ditandai dengan nilai reflektivitas yang tinggi yang memutar membentuk busur (garis warna hitam)



Gambar 3-3: Pemindaian RHI di Gede Bage, Bandung pada tanggal 17 Maret 2013 sekitar pukul 19:05 waktu setempat pada azimuth 120° dan 300°. Lapisan peleburan ditandai dengan nilai reflektivitas yang tinggi yang memanjang membentuk garis (lapisan)

Gambar 3-2 merupakan hasil *plot* dari produk PPI. Lingkaran yang berwarna abu-abu merupakan wilayah efektif jangkauan radar. Titik merah menunjukkan lokasi radar. Berbeda dengan Gambar 3-1 yang merupakan hasil *Constant Altitude Plan Position Indicator* (CAPPI), awan yang terdeteksi tidak pada ketinggian yang sama. Daerah pada radius yang sama dari radar memiliki ketinggian yang sama. Semakin jauh dari radar, maka posisi obyek semakin tinggi. Gambar 3-2a) adalah hasil pemindaian pada elevasi 8°. Terdeteksi adanya reflektivitas yang tinggi yang membentuk busur pada arah barat laut dari lokasi radar. Gambar 3-2b) menunjukkan wilayah *bright band* yang lebih panjang. Keduanya menunjukkan *bright band* pada ketinggian 3-4 km.

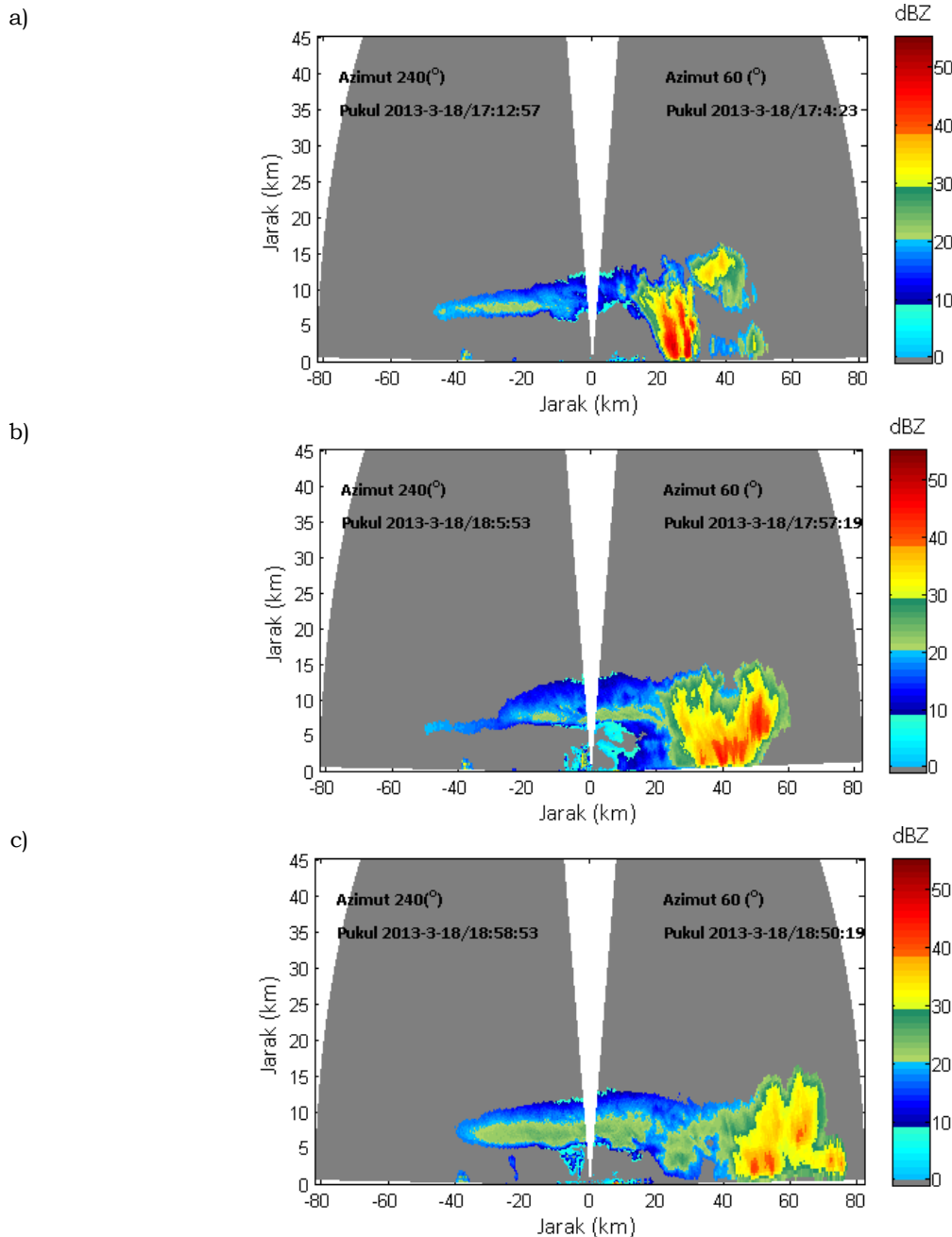
Gambar 3-3 memperlihatkan hasil pemindaian radar pada azimuth 120° dan 300° pada tanggal 17 Maret 2013 sekitar pukul 19-an. Hasil RHI dari dua azimuth tersebut terdapat jeda waktu sekitar 8 menit 34 detik. Bersesuaian dengan Gambar 3-2, terlihat bahwa adanya *bright band* di sekitar ketinggian 3-4 km dari permukaan tanah. *Bright band* ini terlihat memanjang, membentuk garis. Keberadaan *bright band* ini perlu diperhatikan, terutama dalam perhitungan curah hujan. Dengan mem-

perhitungan keberadaan *bright band*, maka estimasi kuantitatif presipitasi *Quantitative Precipitation Estimations* (QPE) dapat meningkatkan akurasi hasil estimasi curah hujan dari radar (Zhang, 2010; Pfaff, 2014). Estimasi curah hujan dengan menggunakan data radar ini telah dilakukan oleh Sipayung dan Noersomadi (2013) di Bandung dengan melihat hubungan antara Z-R.

### 3.2 Profil Vertikal

Selain dapat mengamati secara spasial, luaran radar juga dapat mengamati obyek secara vertikal melalui pemindaian RHI. Gambar 3-4 menunjukkan beberapa hasil dari produk RHI pada tanggal 18 Maret 2013 di Bandung. Terlihat bahwa kita dapat melihat evolusi awan secara vertikal.

Pada tanggal 18 terlihat bahwa pada azimuth 60° dan 240° pada sore hari awan semakin meningkat. Terlihat adanya pertumbuhan awan yang membentuk awan *stratiform*. Distribusi awan meningkat pesat pada pukul 17:04 menuju pukul 17:57 di azimuth 60°. Kemudian awan mulai menjalar lebih lebar lagi pada pukul 18:50. Sedangkan pada azimuth 240°, reflektivitas awan meningkat yang dapat mengindikasikan bahwa awan semakin tebal (kelembapannya semakin meningkat).



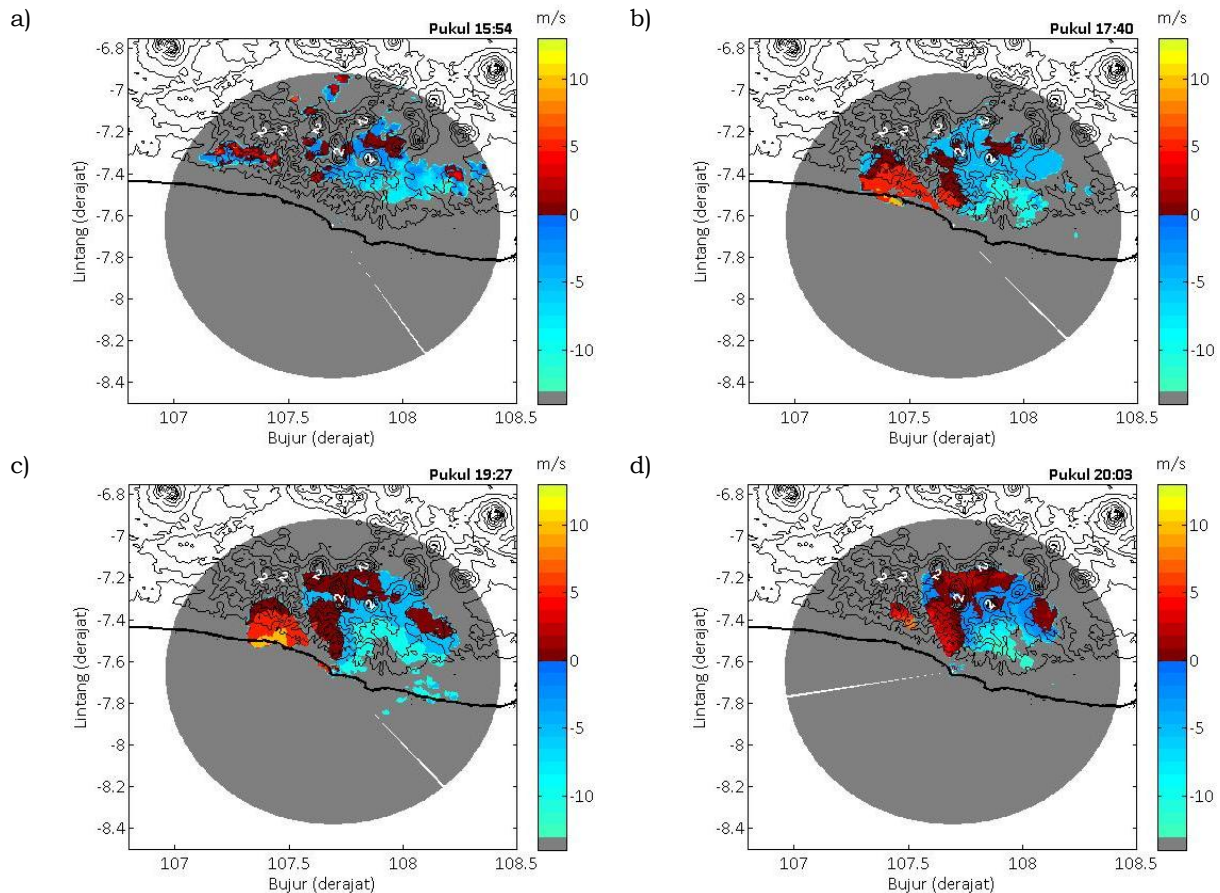
Gambar 3-4: Pertumbuhan awan dari hasil observasi di Gede Bage, Bandung pada 18 Maret 2013 hasil pemindaian RHI

### 3.3 Kecepatan Radial

Selain reflektivitas, kelebihan dari radar Doppler adalah adanya keluaran berupa kecepatan radial. Besaran ini diturunkan dari perhitungan perbedaan fase antara gelombang yang ditransmisikan dan yang dipantulkan. Berikut contoh hasil luaran kecepatan radial (Gambar 3-5).

Gambar 3-5 merupakan hasil pengamatan di wilayah Pameungpeuk, Garut, Jawa Barat pada tanggal 16 Februari 2014. Gambar tersebut merupakan produk dari PPI sehingga

obyek pada gambar tersebut tidak menunjukkan berada pada ketinggian yang sama. Terdapat 2 nilai kecepatan, yaitu positif dan negatif. Nilai positif menunjukkan bahwa obyek mendekati radar, dan bernilai negatif jika obyek menjauhi radar. Secara umum dari keempat gambar pada Gambar 3-5 menunjukkan bahwa obyek bergerak ke barat-tenggara. Untuk lebih detail mengenai interpretasi dari *plot* kecepatan radial dapat dilihat pada situs <https://www.nssl.noaa.gov/publications/doppleguide/chapter2.php>.



Gambar 3-5: Kecepatan radial pada 16 Februari 2014 hasil pemindaian PPI pada elevasi 5°

#### 4 PENUTUP

Pemanfaatan radar untuk kajian meteorologi, dalam kasus di atas terkait dengan observasi awan hujan, merupakan hal penting dilakukan untuk menunjang penelitian yang berkenaan dengannya. Uraian di atas hanyalah beberapa hal yang dapat diperoleh dari pengamatan radar *x-band* dengan polarisasi tunggal. Pengaturan skenario pemindaian radar dapat disesuaikan dengan keperluan penelitian yang diinginkan. Pemindaian RHI dapat dilakukan untuk pengamatan profil vertikal awan, deteksi *bright band*, sedangkan pemindaian PPI dapat digunakan untuk pengamatan awan secara spasial. Luaran berupa reflektivitas dapat dimanfaatkan untuk melihat evolusi awan. sedangkan luaran berupa kecepatan radial dapat

dimanfaatkan untuk penelitian lebih lanjut lagi mengenai meteorologi, terutama terkait dengan mikrofisika awan. Kemampuan radar yang dapat berpindah memberikan kemudahan bagi peneliti untuk dapat melakukan observasi di tempat yang berbeda, tentunya dengan syarat dan kondisi wilayah yang memenuhi standar untuk pengoperasian radar.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada para staf bidang Teknologi Atmosfer PSTA LAPAN Bandung atas kerja samanya dalam setiap pelaksanaan observasi intensif yang diselenggarakan. Penulis juga ucapkan terima kasih kepada para staf Pusat Uji Terbang Roket LAPAN Pameungpeuk atas bantuannya selama observasi berlangsung di sana.

## DAFTAR RUJUKAN

- Document GAMIC., 2001. *Radar Meteorology Training Introduction for Radar Users*.
- Gematronik, 2010. *Rainbow Product Presentation*, Selex System Integration GmbH.
- Interpretation of Doppler Velocity Patterns in Clear Air and Widespread Precipitation, diakses pada September 2015. <https://www.nssl.noaa.gov/publications/dopplerguide/chapter2.php>.
- Kinosita, T. dan Irisawa, M., 2003. *Radar Raingauge with Volume-Scanning Function*, Proceedings of Symposium HS03, IAHS Publ, 282, 2003.
- Matrosov, S. Y.; Clark, K.; Kingsmill, D., 2007. *A Polarimetric Radar Approach to Identify Rain, Melting-Layer, and Snow Regions for Applying Corrections to Vertical Profiles of Reflectivity*, J. App. Meteor, 46, 154-166.
- Pfaff, T., Engelbrecht, A., dan Seidel, J., 2014. *Detection Of The Bright Band with a Vertically Pointing K-Band Radar*, Meteorologische Zeitschrift, 23 (5), 527-534.
- Sinatra, T., Noersomadi, Nugroho, G.A., dan Trilaksono, 2014. *Characterizing the Diurnal Cycle of Convective Activity over the South of West Java Using Doppler X-Band Radar Observation*, The 4<sup>th</sup> international symposium for sustainable humanosphere (ISSH) 2014 ,proceedingsh ISSN 2088-9127.
- Sipayung, S.B. dan Noersomadi, 2013. *Analisa Reflektivitas Transportable Radar (TR) di saat Campaign Bulan Maret 2013 di Kawasan Gedebage*, Bandung (Jawa Barat). Seminar Nasional Fisika. ISSN 2088-4176.
- The Warning Decision Training Division, diakses pada September 2015. <http://www.wdtb.noaa.gov/courses/MRMS/ProductGuide/index.php>.
- Zhang, J. dan Qi, Y., 2010. *A Real-Time Algorithm for the Correction of Brightband Effects in Radar-Derived QPE*, J. Hydrometeorology, 11 (5), 1157-1171.