

IDENTIFIKASI KEJADIAN HUJAN ES MENGGUNAKAN RADAR CUACA DOPPLER (STUDI KASUS HUJAN ES JAKARTA 22 APRIL 2014 DAN DENPĀSAR 16 DESEMBER 2010)

IDENTIFICATION OF HAIL EVENT BY USING DOPPLER WEATHER RADAR (THE CASE OF STUDY OF HAIL IN JAKARTA AT APRIL 22ND 2014 AND DENPASAR AT DECEMBER 16TH 2010)

Abdullah Ali dan Richard Mahendra Putra
Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika
Jl. Perhubungan I no 5, Tangerang Selatan 15221
pos-el : abdullah.ali.230793@gmail.com

ABSTRACT

At April 22nd 2014 09.00-09.10UTC hail is reported occur in Jakarta. Hail occurrence in Indonesia is different from hail occurrence in subtropical area based on convective system, duration, and hailstone size. Identification's done by analyze reflectivity and radial velocity signature. Based on weather radar observation, weak echo region signature and tight low level gradient signature as convective system indication is detected at 07.20 UTC as 57 dBz reflectivity. At 09.00 UTC, 63 dBz reflectivity is detected and downdraft dominate till 2 km height as maximum value is 23 m/s at 09.10 UTC. Another hail occurrence in Denpasar at December 16th 2010 at 07.40 UTC. Shows weak echo region's detected at 07.10 UTC as 66 dBz reflectivity. At 07.40 UTC low level divergence signature is detected as microburst indication by 18.2 m/s inbound value. Identification is done to know certain reflectivity and radial signature appears in weather radar imagery so that the extreme weather early warning is disseminated fast.

Keywords : hail, radar cuaca, reflectivity signature, radial velocity signature, Jakarta, Denpasar

ABSTRAK

Pada tanggal 22 April 2014 jam 09.00 – 09.10 UTC dilaporkan terjadi hujan es di Jakarta. Kejadian hujan es di Indonesia berbeda dengan hujan es di daerah lintang menengah ditinjau dari aspek sistem konvektif, durasi dan ukuran *hailstone*. Identifikasi dilakukan melalui analisa pola *reflectivity* dan pola *radial velocity*. Berdasarkan pengamatan radar cuaca *doppler*, pola *weak echo region* dan *tight low level gradient* sebagai indikasi sistem konvektif kuat terdeteksi pukul 07.20 UTC dengan nilai reflektivitas 57 dBz. Pada pukul 09.00 UTC terdeteksi nilai reflektivitas 63 dBz dan dominasi *downdraft* hingga ketinggian 2 km dengan nilai maksimum 23 m/s pada pukul 09.10 UTC. Kejadian hujan es yang lain di Denpasar tanggal 16 Desember 2010 pukul 07.40 UTC menunjukkan pola *weak echo region* terdeteksi pukul 07.10 UTC dengan nilai reflektivitas 66 dBz. Pada pukul 07.40 UTC terdeteksi pola *low level divergence* sebagai indikasi *microburst* dengan nilai *inbound* 18,2 m/s. Identifikasi ini dilakukan untuk mengetahui pola tertentu yang muncul pada saat kejadian hujan es agar peringatan dini dapat segera didiseminasikan.

Kata kunci : hujan es, pola *reflectivity*, pola *radial velocity*, Jakarta, Denpasar

PENDAHULUAN

Hujan es merupakan bentuk presipitasi berupa bola, potongan, maupun serpihan yang memiliki diameter antara 5-50 mm atau dapat berukuran lebih besar saat sistem konvektif yang ekstrem.¹ Awan yang menyebabkan hujan es adalah awan cumulonimbus yang merupakan awan dingin. Awan dingin yang mengandung partikel es (*hailstone*) dan butiran kelewat dingin disebut awan campuran.² Hailstone terbentuk saat tetes hujan yang besar yang membeku tumbuh melalui proses kolisi dan koalesensi dari tetes awan

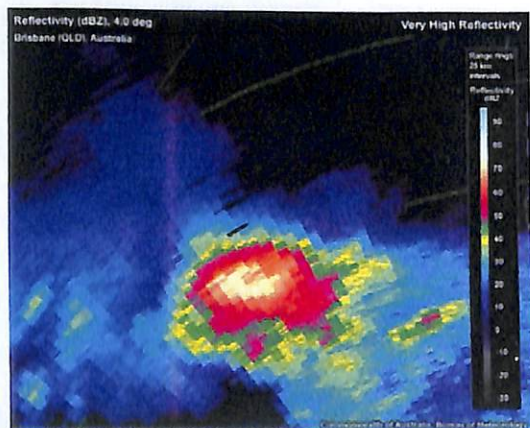
kelewat jenuh.³ Proses pembentukan partikel es (*hailstone*) terjadi di atas *freezing level*. Masa partikel es yang lebih padat menyebabkan kecepatan jatuh yang lebih cepat, sehingga masa es akan tumbuh karena adanya kolisi dan koalesensi oleh partikel kelewat dingin yang ditabrak.⁴ Ketika tinggi dasar awan sangat rendah, ketinggian *freezing level* yang juga lebih rendah, sistem konvektif yang sangat kuat, kondisi permukaan yang cukup dingin, dan *downdraft* yang sangat kuat hingga lapisan

permukaan, maka akan berpeluang terjadi hujan es sangat besar.

Fenomena hujan es terjadi di Indonesia dalam keadaan dan kondisi tertentu yang berbeda dengan kejadian hujan es di lintang menengah atau tinggi ditinjau dari aspek sistem konvektif, durasi, dan ukuran *hailstone*.⁵ Radar cuaca merupakan salah satu instrumentasi meteorologi yang dapat mendeteksi kejadian hujan es melalui analisis dan interpretasi citra reflektivitas, *radial velocity*, dan *spectral width*.^{6,7,8} Pola yang paling sering muncul pada saat kejadian hujan es adalah pola-pola reflektivitas yang menunjukkan konvektif kuat, yaitu pola *very high reflectivity*, *weak echo region*, *tight low level gradient*, dan *three body scatter spike*. Sedangkan pola *radial velocity* yang menunjukkan konvektif kuat adalah pola *low level convergence*.^{5,8,9,10}

Pola *very high reflectivity* (Gambar 1) terdeteksi melalui nilai reflektivitas yang sangat tinggi di lapisan bawah. Nilai reflektivitas yang sangat tinggi menunjukkan sistem konvektif yang sangat kuat.⁶ Batas ambang untuk menentukan kejadian hujan es adalah 55 dBz.^{11,12}

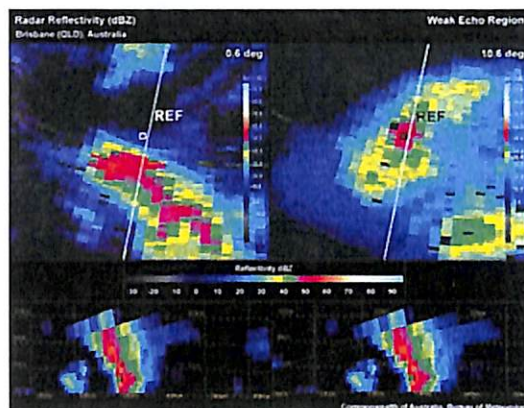
Weak echo region (Gambar 2) merupakan daerah dengan *echo* reflektivitas rendah dan tepat di atasnya dikelilingi oleh *echo* dengan reflektivitas tinggi sebagai indikasi adanya *updraft* kuat.⁶ *Tight low level gradient* (Gambar 3 dan 4) merupakan reflektivitas dengan gradien yang tajam pada lapisan bawah. Pola ini juga mengindikasikan adanya *updraft* yang kuat.^{6,11}



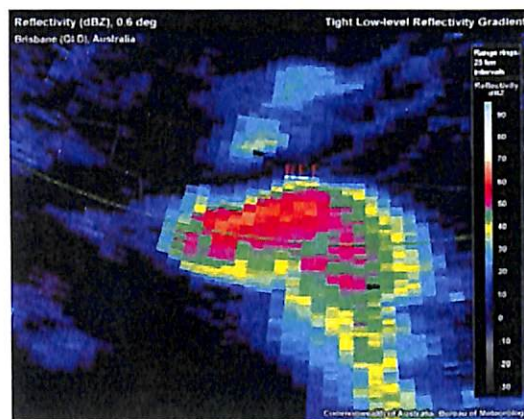
Gambar 1. Pola *very high reflectivity* (sumber : MetEd, 2011)

Pola *three body scatter spike* (Gambar 5) merupakan pola reflektivitas rendah yang berbentuk seperti paku tepat disamping inti sel konvektif pada lapisan tengah yang disebabkan oleh atenuasi partikel es.¹³ Pola *three body scatter spike* (Gambar 5) merupakan pola reflektivitas rendah yang berbentuk seperti paku tepat disamping inti sel konvektif pada lapisan

tengah yang disebabkan oleh atenuasi partikel es.^{3,4,6}



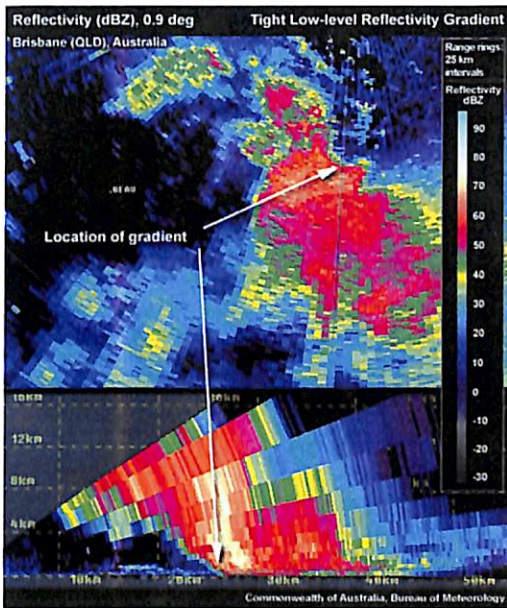
Gambar 2. Pola *weak echo region* (sumber : MetEd, 2011)



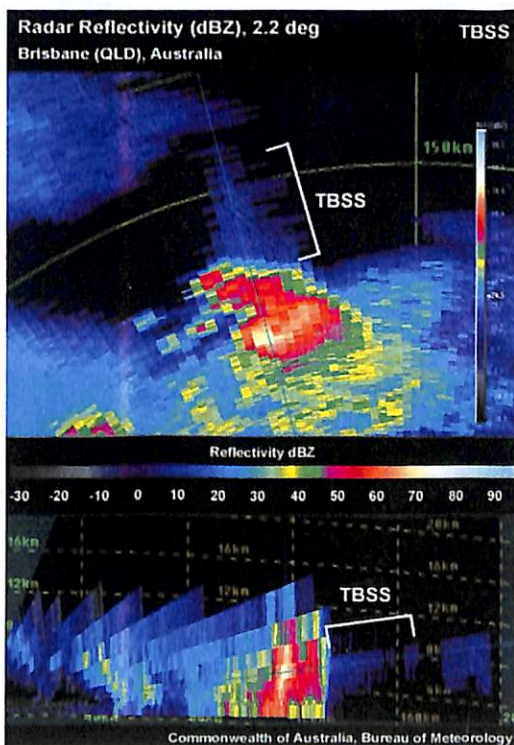
Gambar 3. Pola *tight low level gradient* (sumber : MetEd, 2011)

Low level divergence (Gambar 6) merupakan pola *radial velocity* yang menunjukkan adanya divergensi di lapisan bawah. Divergensi di lapisan bawah menunjukkan terjadi *downdraft* yang sangat kuat. Pada saat kejadian hujan es, aspek *downdraft* sangat diperhatikan. Selain sistem konvektif yang kuat, dorongan *downdraft* terhadap partikel es akan memperbesar kemungkinan partikel tersebut mencapai permukaan.¹⁵

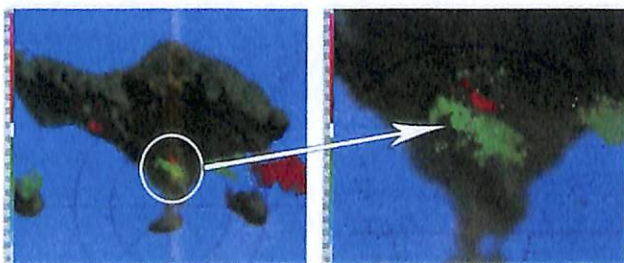
Identifikasi dilakukan pada kejadian hujan es tanggal 22 April 2014 di Jakarta dan 16 Desember 2010 di Denpasar. Penulisan ini bertujuan untuk menganalisis dan mengidentifikasi kejadian hujan es menggunakan radar cuaca *doppler*. Diharapkan dengan mengetahui pola-pola reflektivitas dan *radial velocity* tertentu yang muncul, peringatan dini dapat segera dibuat dan didiseminasikan dengan cepat, tepat, dan akurat guna menghindari potensi-potensi kerusakan akibat hujan es.



Gambar 4. Pola tight low level gradient crosssection (sumber : MetEd, 2011)



Gambar 5. Pola three body scatter spike (sumber : MetEd, 2011)



Gambar 6. Pola low level divergent (sumber : aplikasi Edge 5.0)

METODOLOGI

Lokasi dan Data

Lokasi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah wilayah Jakarta, khususnya di wilayah Kebon Jeruk, Kembangan, Kedoya, Kemanggisan dan Karawaci yang merupakan tempat jatuhnya *hailstone* pada saat kejadian hujan es 22 April 2014. Sedangkan pada saat kejadian hujan es tanggal 16 Desember 2010 lokasi penelitian terdapat di daerah Denpasar, khususnya Kecamatan Denpasar Barat.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data radar cuaca volumetrik yang kemudian diolah menjadi data reflektivitas dan data kecepatan radial radar cuaca EEC di Tangerang tanggal 22 April 2014 dan data radar cuaca EEC di Denpasar tanggal 16 Desember 2014.

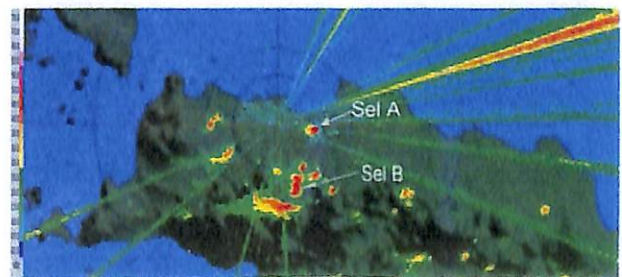
Pengolahan Data

Analisis pola reflektivitas dan *radial velocity* dilakukan dengan mengamati dan menginterpretasi citra radar sebelum kejadian dan pada saat kejadian. Pola-pola yang mengindikasikan sistem konvektif kuat diinterpretasikan sebagai penyebab kejadian hujan es.

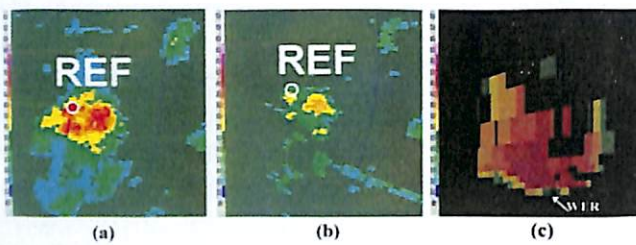
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Pola Reflectivity dan Radial Velocity Kejadian Hujan Es Jakarta 22 April 2014

Hujan es tanggal 22 April 2014 di Jakarta terjadi pada pukul 09.00UTC hingga 09.10UTC di Jakarta Barat. Pada pukul 07.20 UTC di koordinat 6,2°LS 106,8°BT atau sekitar Jakarta Timur terdeteksi sistem konvektif dengan nilai reflektivitas mencapai 57dBZ pada sel A dan 55 dbZ pada sel B yang terletak di selatan sel A (Gambar 7).



Gambar 7. Produk CMAX (Z) pukul 07.20 UTC (Sumber : Aplikasi Edge 5.0)



Gambar 8 (a) Produk PPI (Z) *sweep* 1 pukul 07.20 UTC, (b) Produk PPI(Z) *sweep* 2 pukul 07.20 UTC (Sumber : Aplikasi Edge 5.0). (c) Crossection PPI(Z) *sweep* 2 pukul 07.20 UTC yang menunjukkan pola WER.

Hasil analisa pada sel awan A terdeteksi pola reflektivitas *weak echo region* (WER) melalui produk PPI(Z) *sweep* 1 dan *sweep* 2 dan PPI(Z) *crossection*. *Weak echo region* merupakan daerah dengan *echo* reflektivitas rendah dan tepat di atasnya dikelilingi oleh *echo* dengan reflektivitas tinggi. Pada titik REF dalam posisi *sweep* 2 terdeteksi reflektivitas senilai 53-55 dBz dan *sweep* 1 senilai 18 – 20 dBz (Gambar 8).

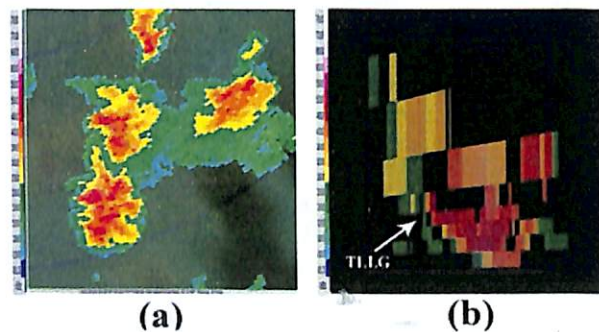
Hasil identifikasi sel B terdeteksi pola *tight low level gradient* (TLLG) melalui produk CMAX(Z) dan CMAX(Z) *crossection* (Gambar 9). *Tight low level gradient* merupakan reflektivitas dengan gradien yang tajam pada lapisan bawah (Gambar 9). Pola *weak echo region* dan *tight low level gradient* merupakan indikasi *updraft* kuat dan daerah *inflow*. *Updraft* kuat yang ditandai oleh pola *weak echo region* dan *tight low level gradient* akan membawa masa uap air ke atas dan menyebabkan pertumbuhan awan dan sistem konvektif yang signifikan. Deteksi kedua pola tersebut menunjukkan inisiasi sistem konvektif terjadi pada pukul 07.20 UTC.

Pengamatan *time series* pada Gambar 10 menunjukkan arah pergerakan sel B ke utara dan bergabung dengan sel A, serta sistem konvektif menguat hingga pukul 08.20 UTC. Dari nilai reflektivitas rendah yang terdeteksi, terlihat *anvil* condong ke arah selatan-barat daya. Pada lapisan permukaan luas cakupan awan mencapai lebih dari 50 km dengan ketinggian dibawah 1 km. Pukul 09.00 UTC terdeteksi nilai reflektivitas mencapai 63 dBZ melalui produk CMAX(Z) dan CMAX(Z) *crossection* pada ketinggian dibawah 1 km yang menjadi indikasi keberadaan *hailstone* (Gambar 10e). *Hailstone* terdeteksi pada ketinggian di bawah 1 km akibat dominasi *downdraft* kuat dari lapisan atas hingga ketinggian 2 km (Gambar 11).

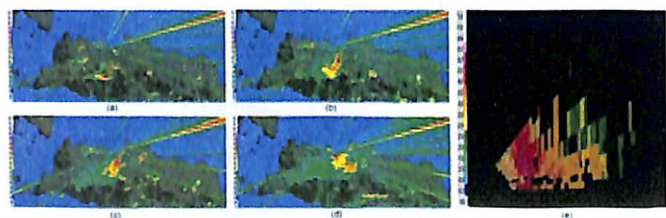
Profil angin vertikal diamati melalui produk VVP(V) dan menunjukkan dominasi *downdraft* dari lapisan 10 km hingga 2 km, nilai maksimum pada ketinggian 6 km mencapai 11 m/s,

sedangkan lapisan 2 km – 3 km mempunyai nilai dengan rentang 5,6 m/s – 9,3 m/s. Pukul 09.10 UTC profil angin vertikal masih didominasi *downdraft* hingga ketinggian 2 km, dan nilai maksimum meningkat hingga 23 m/s pada ketinggian 6 km. *Downdraft* kuat akan mendorong *hailstone* hingga ke permukaan (Gambar 11).

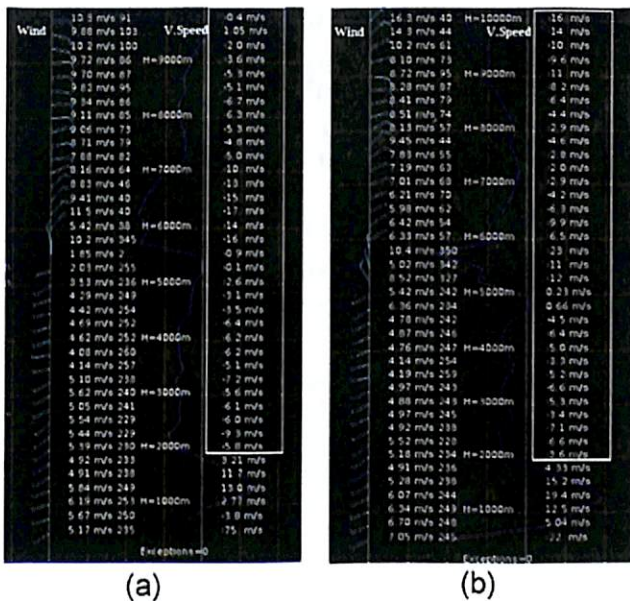
Pola *three body scatter spike* tidak terdeteksi pada kejadian hujan es di Jakarta tanggal 22 April 2014. Hujan es hanya terdeteksi melalui nilai reflektivitas yang sangat tinggi dan profil angin yang menunjukkan adanya dominasi *downdraft* dengan intensitas kuat.



Gambar 9 (a) Produk CMAX(Z) pukul 07.20 UTC (b) Produk CMAX(Z) *crossection* pukul 07.20 UTC. (Sumber : Aplikasi Edge 5.0)



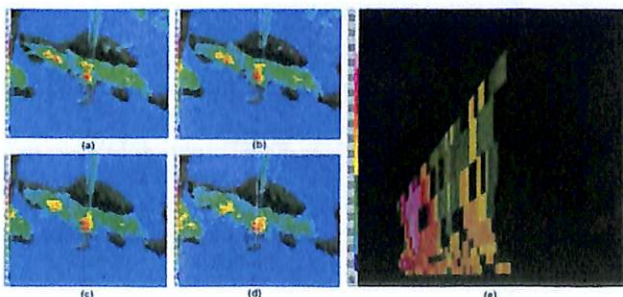
Gambar 10. (a) Produk CMAX (Z) pukul 07.20 UTC, (b) Produk CMAX(Z) pukul 08.00 UTC, (c) Produk CMAX(Z) pukul 08.20 UTC, (d) Produk CMAX(Z) pukul 09.00 UTC, (e) Produk CMAX(Z) *crossection* pukul 09.00 UTC (Sumber : Aplikasi Edge 5.0)



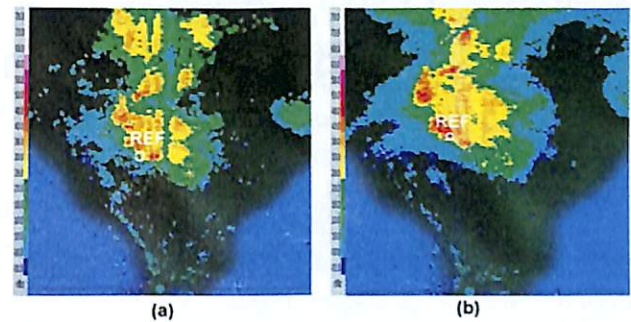
Gambar 11. (a) Produk VVP (V) pukul 09.00 UTC
(b) Produk VVP(V) pukul 09.10 UTC
(Sumber : Aplikasi Edge 5.0)

Analisa Pola Reflectivity dan Radial Velocity Kejadian Hujan Es Denpasar 16 Desember 2010

Laporan dari media, hujan es terjadi pada pukul 07.40 UTC. Pengamatan *time series* pada Gambar 4.2.1 menunjukkan sistem konvektif terinisiasi pukul 07.10 UTC dengan nilai reflektivitas sebesar 66 dBz pada koordinat 8,5814 LS; 1151554 BT. Pada pukul 07.20 UTC hingga 07.30 UTC nilai reflektivitas semakin meningkat secara signifikan. Nilai reflektivitas tertinggi terdeteksi pada pukul 07.40 UTC senilai 72,5 dBz. Produk CMAX(Z) *crosssection* menunjukkan pada ketinggian 400 meter terdapat *echo* senilai 65 dBz, sedangkan *echo* 70 - 72,5 dBz terdeteksi pada ketinggian 1,9 km. Nilai tersebut menjadi indikasi kejadian hujan es (Gambar 12).

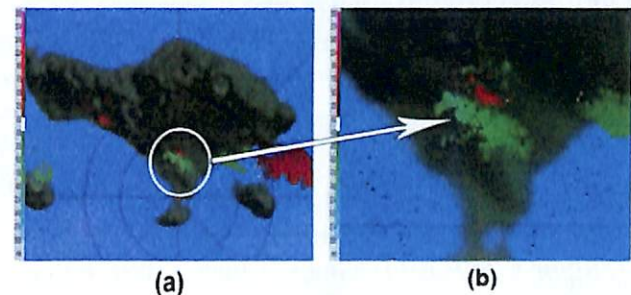


Gambar 12. a) Produk CMAX(Z) pukul 07.10 UTC,
(b) Produk CMAX(Z) pukul 07.20 UTC,
(c) Produk CMAX(Z) pukul 07.30 UTC,
(d) Produk CMAX(Z) pukul 07.40 UTC,
(e) Produk Crossoverction (Z) dari CMAX(Z) 07.40 UTC



Gambar 13 (a) Produk PPI(Z) *sweep* 1 pukul 07.20 UTC, (b) Produk PPI(Z) *sweep* 1 pukul 07.20 UTC
(Sumber : Aplikasi Edge 5.0)

Pola reflektivitas *weak echo region* terdeteksi pada pukul 07.20 UTC. Pada PPI(Z) *sweep* 1 di titik REF terdeteksi reflektivitas 18-23 dBz sedangkan pada PPI(Z) *sweep* 2 terdeteksi 58-63 dBz. Pola *weak echo region* menunjukkan aktivitas konvektif yang semakin menguat. (Gambar 13).



Gambar 14 : (a) Produk PPI(V) *sweep* 1 pukul 07.40 UTC (Sumber : Aplikasi Edge 5.0)

Profil angin horizontal menunjukkan pola *low level divergence* terdeteksi pada pukul 07.40 UTC melalui produk PPI(V) *sweep* 1. Terlihat pola *inbound* dengan nilai maksimum 18,2 m/s dan pola *outbound* dengan nilai maksimum 5,6 m/s. Divergensi di lapisan bawah tersebut menunjukkan kejadian *microburst* yang sangat kuat dan mendorong *hailstone* hingga permukaan (Gambar 14).

Sedangkan pola *three body scatter spike* tidak terdeteksi pada kejadian hujan es di Denpasar tanggal 16 Desember 2014. Hujan es hanya terdeteksi melalui nilai reflektivitas yang sangat tinggi dan profil angin yang menunjukkan adanya dominasi *downdraft* dengan intensitas kuat.

KESIMPULAN

Hujan es di Jakarta tanggal 22 April 2014 terdeteksi pukul 09.00 UTC ditandai dengan reflektivitas 63 dBz. Kejadian tersebut diawali dengan sistem konvektif kuat pada pukul 07.20 – 08.30 UTC yang ditandai dengan pola *weak echo*

region dan *tight low level gradient*. Profil angin vertikal didominasi *downdraft* hingga ketinggian 2 km pada pukul 09.00 – 09.10 UTC dengan nilai maksimal 23m/s. *Downdraft* kuat terdeteksi pada pukul 09.00-09.10 mencapai 23 m/s. Sedangkan pada kejadian hujan es di Denpasar sistem konvektif mulai terlihat pada pukul 07.10 UTC dengan reflektivitas 66 dBz. Sistem konvektif menguat hingga hingga pukul 07.30 UTC ditandai dengan pola *weak echo region* pada pukul 07.20 UTC. Hujan es terjadi pada pukul 07.40 UTC ditandai dengan reflektivitas 72,5 dBz dan pola *low level divergence* yang sangat kuat dengan nilai maksimal 18,2 m/s.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Eko Wardoyo yang telah banyak memberi arahan dan masukan pada penulisan ini. Kepada seluruh rekan-rekan dan dosen di lingkungan Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika yang telah memberi dukungan dan semangat pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- ¹Fadholi, Akhmad. 2012. *Analisa Kondisi Atmosfer pada Kejadian Cuaca Ekstrem Hujan Es (HAIL)*. Simetri: Jurnal Ilmu Fisika Indonesia Vol 1 No 2D
- ²Tjasyono, B.H.K. 2007, *Mikrofisika Awan dan Hujan*: Hal 150. Jakarta: Badan Meteorologi dan Geofisika.
- ³Rogers, R.R. Yau, M.K. 2006. *A Short Course in Cloud Physics (Third Edition)*. Burlington: Elsevier Science
- ⁴Nelson, S and Wiit, A. 1991. *The Use of Single Doppler Radar for Estimating Maximum Hailstone Size*. J. Meteor,30,402-431
- ⁵Tjasyono, B.H.K. 2004, *Klimatologi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- ⁶Rinehard, Ronald E. 2010. *Radur for Meteorologist fifth Edition*: Hal 146-160. Nevada Missouri.
- ⁷Sauvageot, Henri. 1991. *Radar Meteorology*. London : Artech House
- ⁸Wardoyo, Eko. 2012. *Pengantar II Modul Radar Cuaca*. Jakarta: BMKG.
- ⁹Meted. 2011. *Radar Signature for Severe Convective Weather*. United States: COMET
- ¹⁰Wardoyo, Eko. 2012. *Pengantar IV Modul Radar Cuaca*. Jakarta: BMKG.
- ¹¹Holleman, Iwan. 2001. *Hail Detection Using Single Polarization Radar*. Netherland:KNMI
- ¹²Setiawati, Kadek. 2014. *Analisa Kejadian Hujan Es dengan Menggunakan Citra Radar*

Gemma Tronik (studi kasus hujan es Narmada tanggal 8 Januari 2014). Prosiding Workshop Operasional Radar dan Satelit Cuaca. Jakarta : BMKG.

- ¹³Lemon, Leslie R. 1997. *The Radar "Three-Body Scatter Spike" an Operational Large Hail Signature*.
- ¹⁴Tjasyono, B.H.K. 2008, *Meteorologi Terapan*: Hal 119-120. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- ¹⁵Wardoyo, Eko. 2012. *Pengantar III Modul Radar Cuaca*. Jakarta: BMKG