

ANALISA REFLEKTIVITAS TRANSPORTABLE RADAR (TR) DI SAAT CAMPAIGN BULAN MARET 2013 DI KAWASAN GEDEBAGE, BANDUNG (JAWA BARAT)

Sinta Berliana Sipayung¹⁾ dan Noersomadi²⁾

^{1),2)}Peneliti Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer – LAPAN
Jln. Dr. Junjuran 133 Bandung 40173
Tel : (022) 6037445, 6012602, Fax : (022) 6037443, 6014998
E-mail: s_berlianasipayung@yahoo.com

ABSTRAK

Paper ini utamanya adalah membahas hubungan empiris antara parameter reflectivitas (Z) hasil observasi *Transportable X-band Radar* (TR) milik Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer LAPAN dengan intensitas curah hujan (R) hasil observasi *Automatic Weather Station* (AWS) pada periode, waktu dan lokasi pengamatan yang sama, yakni selama 6 hari pengamatan tertanggal 14-19 Maret 2013 di kawasan Gedebage, Bandung (Jawa Barat). Jika Z dinyatakan dalam dBZ, maka R dinyatakan rain-rate dalam mm/jam. Berbasis data observasi di atas dan dengan mengaplikasikan metode *Rosenfeld Tropical* maka diperoleh hubungan $Z = a \cdot R^b$, dimana a dan b masing-masing menyatakan konstanta yang dicari. Satu hal yang perlu diperhatikan adalah nilai a dan b bervariasi, tergantung kepada tipe atau jenis curahan (*precipitation*) apakah *konvektif* atau *stratiform*. Ini bukanlah kegiatan pertama kali dilakukan, namun penggunaan TR dan AWS dalam waktu yang hampir bersamaan (*simultan*), apalagi di saat musim hujan (seperti bulan Maret 2013), merupakan hal baru yang belum banyak terungkap. Contoh seperti yang terjadi pada pengamatan tanggal 16 Maret 2013, saat terjadi rain rate maksimum (sekitar 16 mm/jam), di saat yang sama tercatat nilai Z sebesar 46-50 dBZ. Walaupun masih dilakukan analisis hubungan yang tepat antara dua data utama di atas, namun dari tipe awan yang dihasilkannya, diduga kuat bahwa disaat *Campaign* berlangsung kumpulan awan konvektif lah yang relatif dominan, sekitar 70%. Hal menarik untuk disampaikan adalah telah ditemukannya hubungan empiris antara data Reflectivity, Z (dBZ) dengan rain rate, R (mm/jam) dengan formula $Z = 18.91 \cdot R^{0.1405}$.

Kata Kunci : *Reflektivitas* (dBZ), intensitas curah hujan (mm/jam) dan *Transportble Radar* (TR).

ABSTRACT

This paper primarily discusses the empirical relationship between parameters of reflectivity (Z) *Transportable X-band Radar* observations (TR) from the Center for Atmospheric Science and Technology (PSTA) of LAPAN with rain-rate (R) taken from observations of *Automatic Weather Station* (AWS) in the period, time and same observation location, for 6 days of observation dated March 14 to 19 2013 in the Gedebage region, Bandung (West Java). If Z is expressed in dBZ, then R is expressed in mm / hour. Based on the observation data and by applying the method of *Rosenfeld Tropical* relation $Z = a \cdot R^b$ obtained, where a and b denote constants are sought. One thing to note is the value of a and b vary, depending on the type or types of flow (precipitation) whether convective or stratiform. This is not the first time the activities carried out, but the use of TR and AWS in about the same time (simultaneous), especially in the rainy season (as of March 2013), is a new thing that has not been revealed. A concrete example is like that happen on the observation date of March 16, 2013, during a maximum-rain arte (about 16 mm / h), at the same time carrying value amounting to 46-50 Z dBZ. Although the analysis is still done the exact relationship between the two main data above, but from the resulting cloud types, strongly suspected that takes place when a collection of cloud convective Campaign was relatively dominant, it is about 70%. One more interesting point that can be shown here is we found the empirical formula between Reflectivity, Z (dBZ) and rain rate (mm/h) that is $Z = 18.91 \cdot R^{0.1405}$.

Keywords: *Reflectivity* (dBZ), *Rain rate* (mm/hour) and *Transportble Radar* (TR).

**ANALISA REFLEKTIVITAS TRANSPORTABLE RADAR (TR) DI SAAT CAMPAIGN
BULAN MARET 2013 DI KAWASAN GEDEBAGE, BANDUNG (JAWA BARAT)**

Sinta Berliana Sipayung¹⁾ dan Noersomadi²⁾

^{1),2)}Peneliti Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer – LAPAN

Jln. Dr. Junjuna 133 Bandung 40173

Tel : (022) 6037445, 6012602, Fax : (022) 6037443, 6014998

E-mail: s_berlianasipayung@yahoo.com

ABSTRAK

Paper ini utamanya adalah membahas hubungan empiris antara parameter reflectivitas (Z) hasil observasi *Transportable X-band Radar* (TR) milik Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer LAPAN dengan intensitas curah hujan (R) hasil observasi *Automatic Weather Station* (AWS) pada periode, waktu dan lokasi pengamatan yang sama, yakni selama 6 hari pengamatan tertanggal 14-19 Maret 2013 di kawasan Gedebage, Bandung (Jawa Barat). Jika Z dinyatakan dalam dBZ, maka R dinyatakan rain-rate dalam mm/jam. Berbasis data observasi di atas dan dengan mengaplikasikan metode *Rosenfeld Tropical* maka diperoleh hubungan $Z = a \cdot R^b$, dimana a dan b masing-masing menyatakan konstanta yang dicari. Satu hal yang perlu diperhatikan adalah nilai a dan b bervariasi, tergantung kepada tipe atau jenis curahan (*precipitation*) apakah *konvektif* atau *stratiform*. Ini bukanlah kegiatan pertama kali dilakukan, namun penggunaan TR dan AWS dalam waktu yang hampir bersamaan (*simultan*), apalagi di saat musim hujan (seperti bulan Maret 2013), merupakan hal baru yang belum banyak terungkap. Contoh seperti yang terjadi pada pengamatan tanggal 16 Maret 2013, saat terjadi rain rate maksimum (sekitar 16 mm/jam), di saat yang sama tercatat nilai Z sebesar 46-50 dBZ. Walaupun masih dilakukan analisis hubungan yang tepat antara dua data utama di atas, namun dari tipe awan yang dihasilkannya, diduga kuat bahwa disaat *Campaign* berlangsung kumpulan awan konvektif lah yang relatif dominan, sekitar 70%. Hal menarik untuk disampaikan adalah telah ditemukannya hubungan empiris antara data Reflectivity, Z (dBZ) dengan rain rate, R (mm/jam) dengan formula $Z = 18.91 \cdot R^{0.1405}$.

Kata Kunci : *Reflektivitas* (dBZ), intensitas curah hujan (mm/jam) dan *Transportable Radar* (TR).

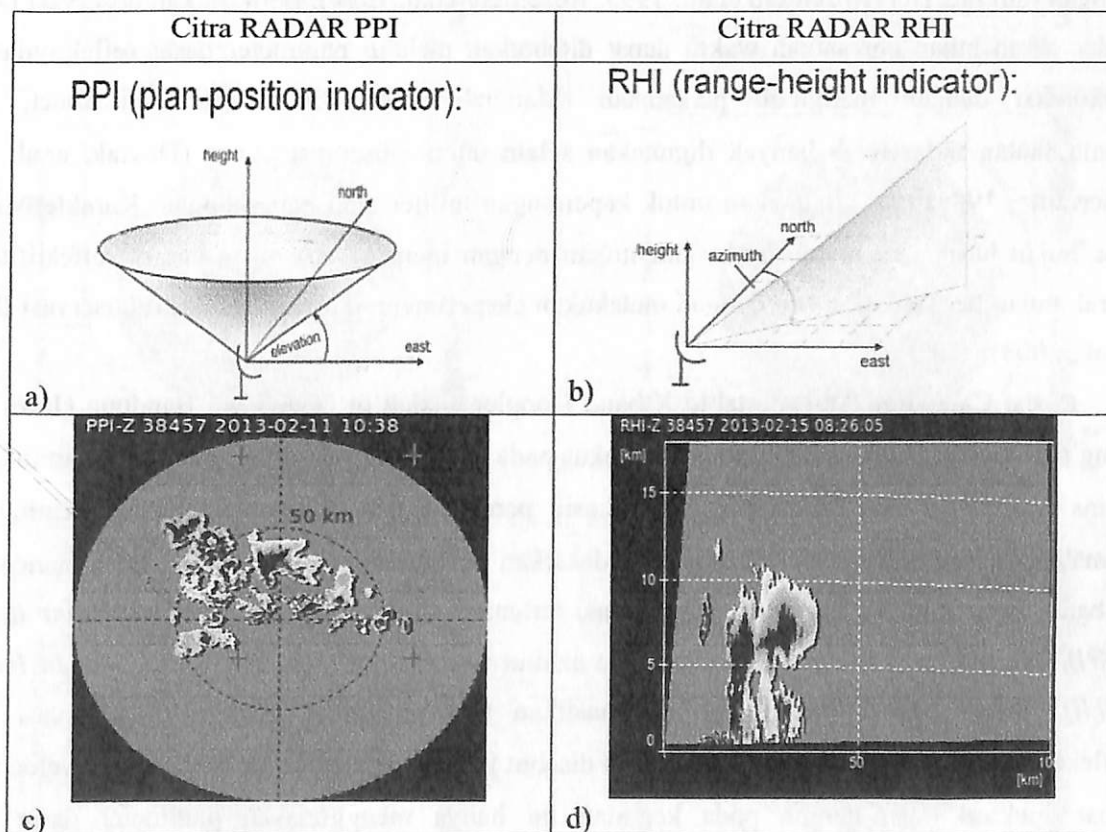
ABSTRACT

This paper primarily discusses the empirical relationship between parameters of reflectivity (Z) *Transportable X-band Radar* observations (TR) from the Center for Atmospheric Science and Technology (PSTA) of LAPAN with rain-rate (R) taken from observations of *Automatic Weather Station* (AWS) in the period, time and same observation location, for 6 days of observation dated March 14 to 19 2013 in the Gedebage region, Bandung (West Java). If Z is expressed in dBZ, then R is expressed in mm / hour. Based on the observation data and by applying the method of *Rosenfeld Tropical* relation $Z = a \cdot R^b$ obtained, where a and b denote constants are sought. One thing to note is the value of a and b vary, depending on the type or types of flow (precipitation) whether convective or stratiform. This is not the first time the activities carried out, but the use of TR and AWS in about the same time (simultaneous), especially in the rainy season (as of March 2013), is a new thing that has not been revealed. A concrete example is like that happen on the observation date of March 16, 2013, during a maximum-rain arte (about 16 mm / h), at the same time carrying value amounting to 46-50 Z dBZ. Although the analysis is still done the exact relationship between the two main data above, but from the resulting cloud types, strongly suspected that takes place when a collection of cloud convective Campaign was relatively dominant. It is about 70%. One more interesting point that can be shown here is we found the empirical formula between Reflectivity, Z (dBZ) and rain rate (mm/h) that is $Z = 18.91 \cdot R^{0.1405}$.

Keywords: *Reflectivity* (dBZ), *Rain rate* (mm/hour) and *Transportable Radar* (TR).

DATA DAN METODOLOGI

Data yang digunakan adalah data radar reflektivitas dalam dBz selama campaign di Gedebage pada tanggal 14 s.d 19 Maret 2013. Titik lokasi pengamatan *Transportable X-band Radar* berada di titik 107.693242, -6.969325 atau wilayah Bandung Timur sedangkan titik lokasi AWS berada di kantor LAPAN pada titik 107.586496, -6.894972 atau 14,4 km jarak horizontal arah barat laut dari titik pengamatan radar.



Gambar 1. Sistem scan radar cuaca pada saat PPI (a), RHI (b) dan data produk (c) dan (d).

Ada dua cara untuk menghasilkan data produk dari Radar ini dengan menggerakkan antena atas dan bawah (elevasi/PPI) dan dalam bidang azimuth (horizontal/RHI), sebagai contoh datanya pada PPI pada gambar 2(c) dan RHI pada gambar 2(d). Untuk menghitung estimasi R digunakan persamaan hubungan "Z-R", dihitung baik dengan menggunakan persamaan matematik maupun empiris. Sehingga digunakan formula untuk menghitung rain rate berdasarkan Rosenfeld tropical. Namun, hubungan Z dan R dapat dinyatakan selama kondisi curah hujan tropis stabil (List, 1988). Untuk melihat hubungan antara Z dan R dapat dilihat pada table 2. Dari hubungan reflektivitas (Z) dan rain-rate (R) yang direkomendasikan untuk daerah tropis adalah seperti yang tercantum pada table 2.

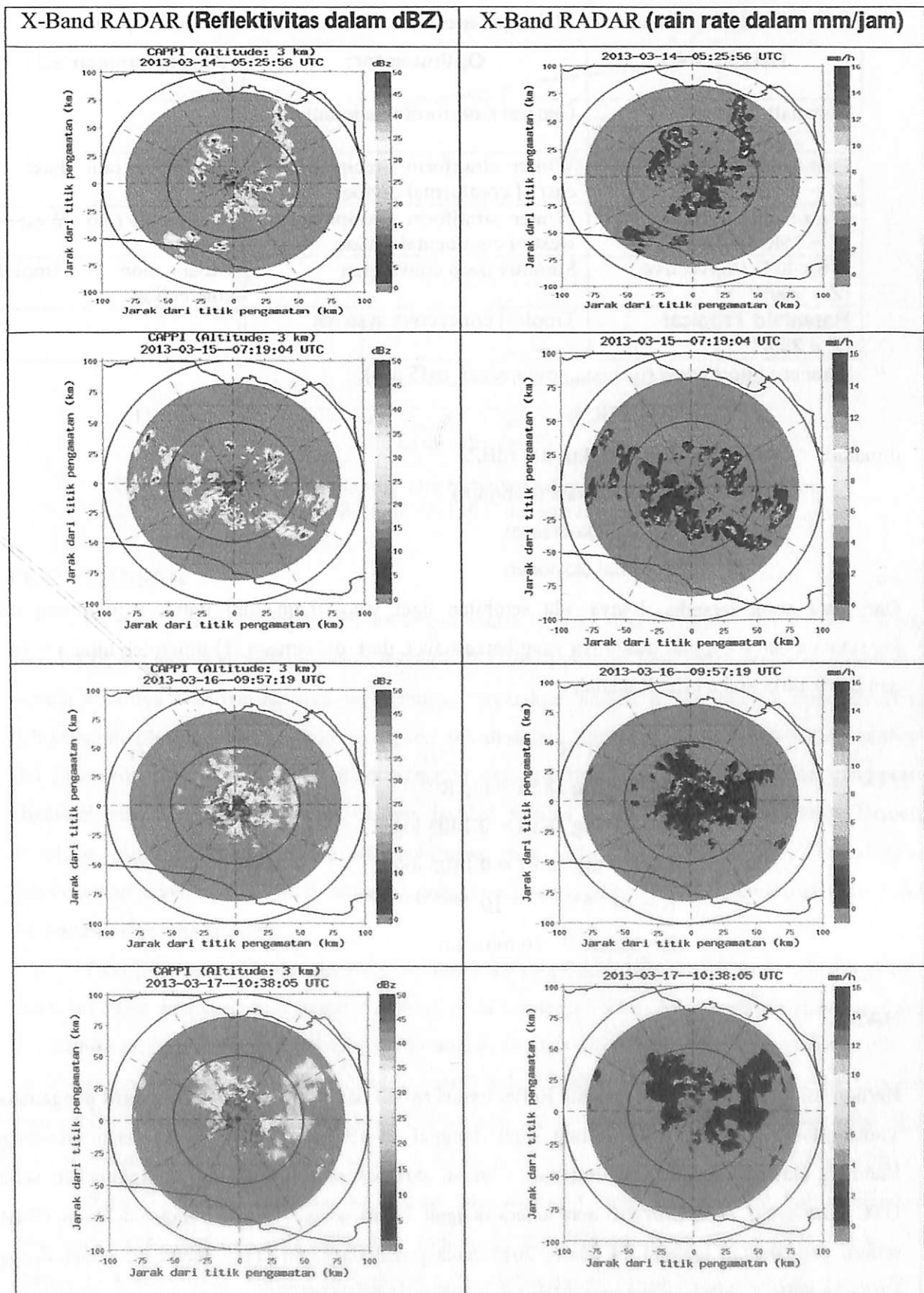
PENDAHULUAN

Radio Detection And Ranging (RADAR) adalah sebuah instrumen dimana mampu untuk mendeteksi target yaitu dengan cara menggunakan gelombang elektromagnetik dan pantulan balik gelombang (echo), maka posisi serta keadaan target dapat diketahui menjadi sinyal gambar (Radar for Meteorologists., 2010). Informasi dari data radar telah banyak digunakan untuk mengembangkan proses akurasi prediksi curah hujan dengan menghubungkan reflektivitas (Z) dengan rain rate (R) (Rosenfeld et.al., 1993; Rosenfeld et.al.,1994). Berdasarkan observasi Doppler radar curah hujan per satuan waktu dapat ditentukan melalui parameter dasar reflektivitas yang terkoreksi dengan mengikuti persamaan (Marshal-Palmer, 1948) dan (Uijlenhoet, 2001). Pemanfaatan radar telah banyak digunakan selain untuk observasi cuaca (Doviak, et.al., 1979; Lhermitte, 1986) juga digunakan untuk kepentingan militer atau penerbangan. Karakteristik atau tipe hujan hasil pengamatan radar ditentukan dengan mencari hubungan antara reflektivitas dan curah hujan per satuan waktu dengan melakukan eksperimenn dan validasi hasil observasi (Shupe, et.al., 2003).

Posisi Campaign Transportable X-band Doppler adalah di Gedebage, Bandung (Jawa Barat) yang merupakan lokasi yang strategis terfokus pada eksperimen observasi yang baru dimiliki Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman terkait karakteristik hujan berdasarkan pengamatan Radar. Pengamatan standar radar X-band dapat dijadwalkan pada satu elevasi tertentu yang disebut sebagai *Plan Polar Indicator (PPI)*, dan jangkauan ketinggian pada satu azimuth tertentu yang disebut *Range Height Indicator (RHI)*. Transportable radar dapat menghasilkan tiga parameter dasar dari observasi seperti reflektivitas (Z), kecepatan radial (V_r) atau disebut juga kecepatan Doppler (Doppler velocity) dan lebar spektral (W), namun pada kegiatan ini hanya menggunakan parameter dasar yaitu reflektivitas pada satu elevasi dan satu azimuth. Sistem radar yang digunakan pada kegiatan ini adalah Transportable X-band Doppler Radar dengan spesifikasi seperti pada Table 1.

Tabel 1.

Transportable X-band Doppler Radar	
Manufaktur	GAMIC
Signal data Processor	ENIGMA Linux based
Software/Version	FROG/DWD-Muran
Pannjang Gelombang (λ)	3.19 cm
frekwensi	9.4 Ghz
Resolusi	250 m
Radius Pengamatan	50 – 100 km



Tabel 2. Hubungan Z - R dengan menggunakan metoda Rosenfeld Tropical

Relationship	Optimum for:	Also recommended for:
Marshall-Palmer ($Z = 200R^{1.6}$)	General stratiform precipitation	
East-Cool Stratiform ($Z = 130R^{2.0}$)	Winter stratiform precipitation - east of continental divide	Orographic rain - East
West-Cool Stratiform ($Z = 75R^{2.0}$)	Winter stratiform precipitation - west of continental divide	Orographic rain - West
WSR-88D Convective ($Z = 300R^{1.4}$)	Summer deep convection	Other non - tropical convection
Rosenfeld Tropical ($Z = 250R^{1.2}$)	Tropical convective systems	

Sumber : http://www.roc.noaa.gov/ops/z2r_osf5.asp.

$$Z = a \cdot R^b \quad (1)$$

dimana :

- z = Reflektivitas (dBZ)
- R = Rain rate (mm/jam)
- a = nilai koefesien
- b = nilai eksponen

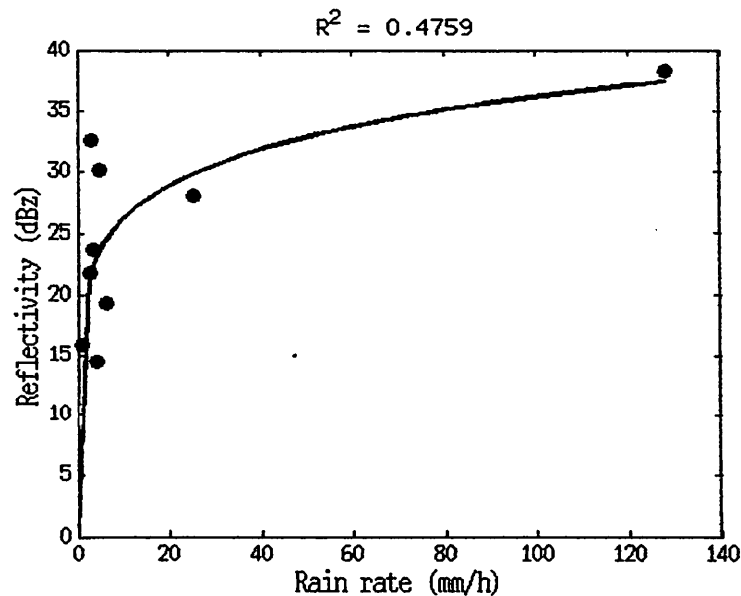
Dari data yang tersedia, hanya ada sembilan data yang memenuhi untuk menghitung nilai konstanta a dan b dengan waktunya yang bersesuaian, dari persamaan (1) diperoleh nilai a = 18.91 dan b = 0.1405 maka nilai R adalah :

$$Z = 18.91 \cdot R^{0.1405} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \log Z &= \log 18.91 + \log R^{0.1405} \\ \log Z &= \log 18.91 + 0.1405 \log R \\ \log Z - \log 18.91 &= 0.1405 \log R \\ R &= 10^{(\log z / 0.1405)} * 10^{-(\log 18.91 / 0.1405)} \\ R &= \text{antara } 0 - 16 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

HASIL

Berikut ini ditampilkan hasil analisis Reflektivitas (dBZ) dan rain-rate (mm/jam) hasil pengamatan Transportable Radar (TR) terhitung sejak tanggal 14-19 Maret 2013 di kawasan Gedebage, Bandung (Jawa Barat) pada ketinggian 3 km di atas permukaan laut (dpl) menggunakan waktu UTC (*Universal Time Current*) atau setara dengan 7 jam dengan Waktu Indonesia Barat (WIB), seperti pengamatan tanggal 14 Maret 2013 pada pukul 05:25:56 UTC, maka itu setara dengan 12:25:56 WIB. Lebih jelasnya bisa dilihat di gambar 2 berikut ini.



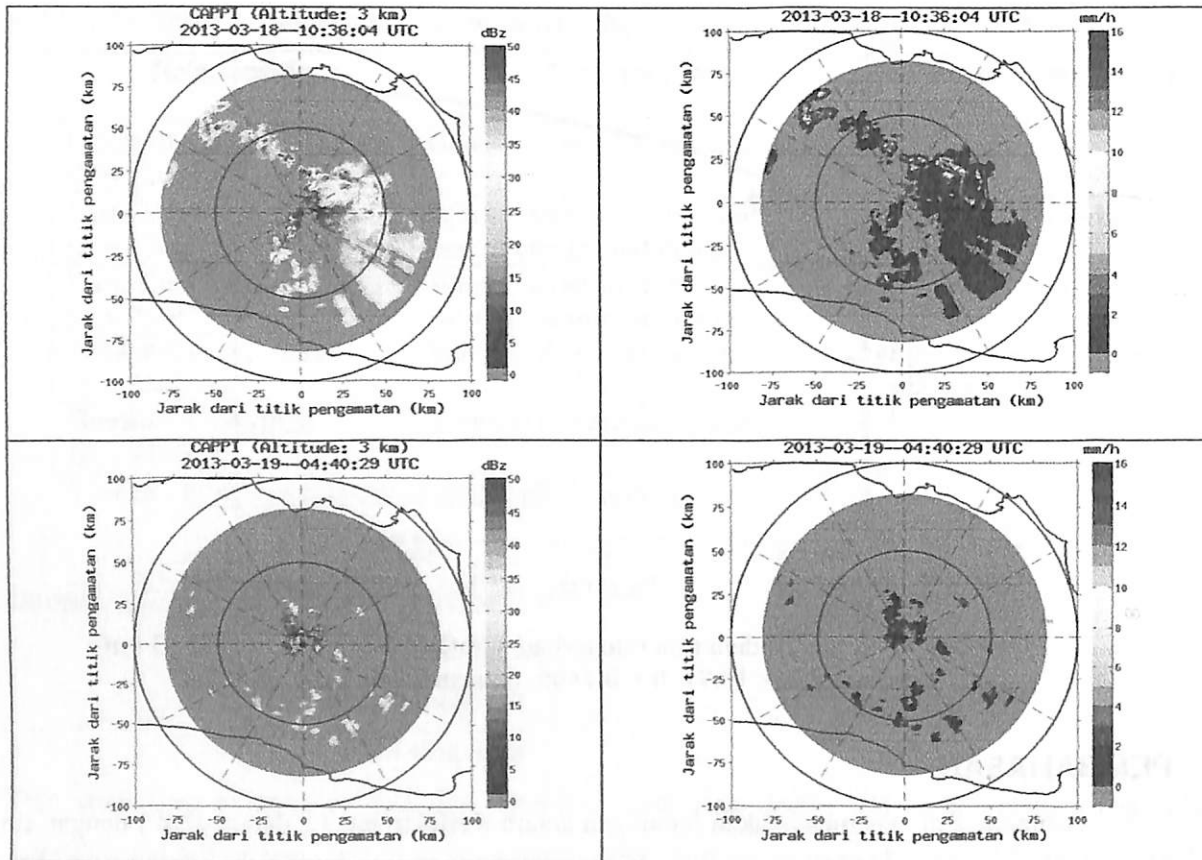
Gambar 4. Korelasi data rain rate terhadap reflektivitas di ketinggian 3 km diperoleh : $a = 18.91$, $b = 0.1405$, dengan $R\text{-square} = 0.4759$

PEMBAHASAN

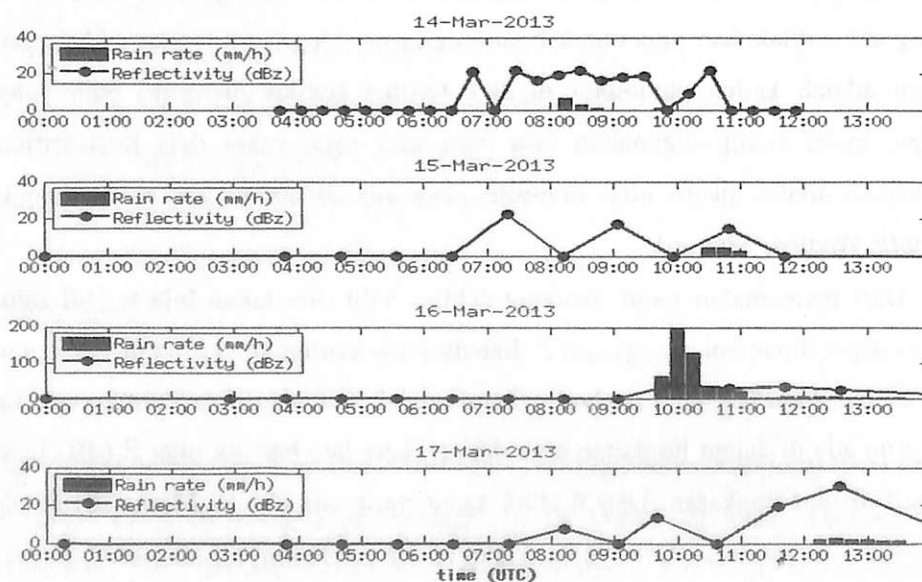
Gambar 2 di atas menyatakan hubungan antara Reflektivitas (Z dalam dBZ) dengan Rain-rate (R) dalam mm/jam menggunakan teknik PPI (*Plan Position Indicator*). Analisis difokuskan kepada besarnya nilai Reflektivitas maksimum (dinyatakan dengan warna merah), dan terletak di dalam radius pengamatan TR, yakni yang terletak di dalam lingkaran, yang ada di dalam gambar. Hal yang sama dilakukan juga untuk besaran rain rate, juga untuk nilai maksimum. Hal yang perlu dipahami adalah kedua parameter di atas terlihat sekilas memiliki pola yang sama. Dengan demikian, maka cukup digunakan satu parameter saja, yakni data Reflektivitas (Z). Hal yang membedakan adalah justru nilai rain-rate yang ada di permukaan hasil pengukuran data AWS (*Automatic Weather Station*).

Dari pengamatan radar memang sekilas sulit dibedakan bila terjadi rain rate tinggi atau tidak. Ini dapat dipahami, mengingat Z diamati pada ketinggian 3 km dpl, sementara rain-rate AWS di permukaan. Satu hal yang perlu dipahami adalah analisis difokuskan kepada banyaknya nilai Z (dBZ) yang ada di dalam lingkaran atau dengan kata lain banyak nilai Z (dBZ) yang relatif sedikit atau kecil di luar lingkaran. Dari 6 studi kasus yang ada (14-19 Maret 2013), nampak nilai dBZ yang relatif dominan besar (artinya berada di dalam lingkaran) terjadi pada tanggal 16 Maret 2013.

Pada Gambar 3 merupakan penjelasan lanjutan dari Gambar 2 yang tidak lain merupakan time series data rain rate dari AWS dan reflectiviti dari Transportable Radar sejak tanggal 14 hingga 17 Maret 2013. Terlihat jelas disini bahwa telah terjadi peningkatan rain rate yang cukup



Gambar 2. Reflektivitas dan Rain rate Transportable RADAR pada tanggal 14 s.d 19 Maret 2013.



Gambar 3. Time series data rain rate dari AWS dan reflectivity dari Radar pada tanggal 14 s.d 17 Maret 2013.

tinggi yang terjadi pada tanggal 16 Maret 2013, tepatnya pada pukul 10:00 UTC. Memang pada saat yang saat tidak terjadi kenaikan nilai Reflektivitas yang dihasilkan oleh data TR. Hal ini barangkali disebabkan adanya jarak yang relatif jauh antara data intensitas curah hujan (rain rate) yang dihasilkan dari AWS dengan lokasi pengamatan TR itu sendiri. Jika AWS terletak di kantor LAPAN Bandung, maka data TR di Gedebage. Sebaliknya, pada tanggal 17 Maret 2013 sekitar pukul 13:00 UTC terjadi kenaikan yang cukup signifikan data Reflektivitas TR hingga mendekati 35 dBZ, namun hal ini pun ternyata tidak diikuti dengan naiknya data rain rate, bahkan relatif stabil di sekitar 2 mm/jam.

Atas dasar itulah maka dipandang perlu untuk dilakukan analisis lanjutan dengan cara melakukan analisis korelasi sebagaimana digambarkan pada Gambar 4. Korelasi yang dimaksud adalah korelasi antara data reflektivitas (dBZ) dengan rain rate (mm/jam) namun tidak lagi menggunakan data AWS yang ada dipermukaan, melainkan data TR yang ada di lapisan 3 km dpl. Hal ini dimungkinkan mengingat lapisan 3 km, diasumsikan merupakan lapisan yang relative dominan dipenuhi uap air. Memang belum diperoleh hasil yang cukup signifikan, dimana nilai koefisien korelasi kuadrat (R^2) masih di bawah 0.5. Hal ini dimungkinkan mengingat waktu dan tempat pengamatan masih sangat relatif sederhana. Diperlukan waktu pengamatan yang relatif panjang dan juga variasi ketinggian, tidak hanya terfokus di satu lapisan saja, yakni di 3 km dpl.

KESIMPULAN

Reflektivitas (Z) dari data radar dapat diturunkan menjadi rain rate (R) dengan menentukan dari persamaan parameter radar Z - R . Hasil penelitian menunjukkan bahwa persamaan Z - R *Rosenfeld Tropical* adalah salah satu yang memberikan penjelasan yang memuaskan dari rain rate karena hampir mendekati dengan nilai rain rate hasil observasi dari AWS. Hasil analisis di atas menunjukkan bahwa besarnya Z sepertinya senantiasa perlu dikalibrasi dengan besaran rain rate observasi yang ada di permukaan. Satu kelebihan yang dilakukan pada penelitian kali ini adalah penggunaan TR dan AWS dalam waktu yang hampir bersamaan (*simultan*), apalagi di saat musim hujan (seperti bulan Maret 2013), merupakan hal baru yang belum banyak terungkap. Contoh seperti yang terjadi pada pengamatan tanggal 16 Maret 2013, saat terjadi rain rate maksimum (sekitar 16 mm/jam), di saat yang sama tercatat nilai Z sebesar 46-50 dBZ. Walaupun masih dilakukan analisis hubungan yang tepat antara dua data utama di atas, namun dari tipe awan yang dihasilkannya, diduga kuat bahwa disaat *Campaign* berlangsung kumpulan awan konvektif lah yang relatif dominan, sekitar 70%. Satu hal yang dapat ditunjukkan disini adalah adanya hubungan empiris antara data reflectivity, Z (dalam satuan dBZ) dengan rain rate, R (dalam satuan mm/jam) dengan formula $Z = 18.91 * R^{0.1405}$. Hasil ini membuka peluang baru agar terus dikaji kembali

mengingat belum dimasukkan unsur musim, yakni pengamatan yang tidak hanya terbatas di bulan Maret, namun juga di bulan basah (seperti Januari) dan kering (seperti Agustus). Hal menarik untuk disampaikan adalah telah ditemukannya hubungan empiris antara data Reflectivity, Z (dBZ) dengan rain rate, R (mm/jam) dengan menggunakan Transportable Radar (TR) saat campaign dengan formula $Z = 18.91 * R^{0.1405}$.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih diucapkan pada staf Teknologi Atmosfer Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer (PSTA) yang telah bekerja sama selama Campaign Transportable Radar di Gedebage (Bandung Timur dan sekitarnya) dan bidang Komposisi Atmosfer PSTA yang telah mengelola data AWS.

DAFTAR PUSTAKA

1. Radar for Meteorologists. (Fifth Edition) Rinehart Publishing, Nevada, Missouri, USA, 482 pages ISBN 978-0-9658002-3-5, 2010.
2. Rosenfeld, D., Wolff, D. B. & Atlas, D. (1993) General Probability Matched Relations between Radar Reflectivity and Rain Rate. *J. App. Met.* 32, 50-72.
3. Rosenfeld, D., Wolff, D.B. & Amitai, E.(1994) The Window Probability Matching Method for Rainfall Measurement with Radar. *J. Appl. Met.* 33, 682-693.
4. Marshall, J.S. & Palmer, W.M. (1948) The distribution of Raindrops with Size, *J. Met.* 5, 165-166.
5. Uijlenhoet, R. (2001): Raindrop size distribution and radar reflectivity-rain rate relationships for radar hydrology. *Hydrology and Earth System Sciences*, 5(4), 615-627.
6. Doviak, R.J., Zrnic D.S., and Simans, D.S., (1979): Doppler Weather Radar. *Proc. of The IEEE*, 67, 1522 – 1556.
7. Lhermitte, R. (1986): A 94-GHz Doppler Radar for Cloud Observations. *J. Atmos. and Ocean Tech.* 4, 36 – 48.
8. Shupe, M.D., Kollias, P., Matrosov, S.Y., and Schneider, T.L., (2003): Deriving Mixed-Phase Cloud Properties from Doppler Radar Spectra. *J. Atmos. and Ocean Tech.*, 21, 660-670.
9. List, R. (1988) A linear radar reflectivity-rain rate relationship for steady tropical rain. *J. Atmos. Sci.* 45, 3564-3572.