

## HASIL PENGAMATAN SCANNER HUJAN DAN AWS PADA KEJADIAN HUJAN TANGGAL 2-3 MARET 2014 DI DAERAH BANDUNG DAN SEKITARNYA

Ginaldi Ari Nugroho, Soni Aulla Rahayu, dan Asif Awaluddin  
Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer  
Jl. Dr. Djundjuran 133 Bandung, 40173  
e-mail: ginaldi.ari@lapan.go.id

### ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kejadian hujan yang terjadi dari tanggal 2-3 Maret 2014 yang telah menyebabkan banjir di sebagian daerah Bandung. Kombinasi dari pengembangan *low-cost x-band scanner* hujan dan instrumen AWS akan memberikan sudut pandang baru dalam menganalisis pergerakan hujan dan arah sumber hujan. *Scanner* hujan berbasis radar kapal Furuno telah dikembangkan untuk mendeteksi hujan area lokal dengan cakupan wilayah hingga 44 km. Teknologi ini mampu mendeteksi pergerakan kejadian hujan berdasarkan data resolusi temporal 3 menit. Data AWS di 2 lokasi yang berbeda akan digunakan sebagai data curah hujan di permukaan. Metode korelasi digunakan untuk mengukur tingkat hubungan linier antara *ADC count scanner* hujan dan curah hujan AWS. Data *scanner* hujan (nilai, luasan, pergerakan *ADC count*) didukung dengan data AWS (curah hujan, *windrose*) akan digunakan untuk analisis pergerakan dan arah sumber hujan. Curah hujan rata-rata selama 3 bulan (Januari – Maret 2014) dari 2 data AWS menunjukkan nilai maksimum terjadi pada saat sore dan malam hari dengan nilai rata-rata maksimum pada bulan Maret 2014. Sementara pola harian curah hujan data *scanner* hujan hampir mendekati pola AWS 1, dengan koreksi waktu tunda antara kedua data sebesar  $\pm 7$  menit dihasilkan korelasi linier 0,904. Kejadian hujan dengan durasi cukup lama terdeteksi terjadi pada tanggal 2 – 3 Maret 2014 dari pukul 22.00 WIB hingga 01.00 WIB dimana dapat dikategorikan sebagai hujan sedang dan ringan. Hasil *scanner* hujan pada tanggal tersebut memperlihatkan sumber target hujan yang juga terdeteksi pada AWS 1 berasal dari timur yang bergerak ke arah barat mengikuti pola dominan angin. Terdapat beberapa wilayah yang mengalami banjir terlewati oleh sumber hujan ini, dimana sumber hujan lainnya dengan nilai *ADC count* maksimum terdeteksi di wilayah selatan dari posisi lokasi *scanner* hujan.

Kata-kata kunci: Hujan, *Scanner* hujan, Pergerakan, ADC count.

### ABSTRACT

This research is conducted to analyze the rain event on March 2<sup>nd</sup> - 3<sup>rd</sup>, 2014 that have caused flood in some part of Bandung area. Combination between developed low-cost x-band rain scanner and AWS instrument will provide a new side of view of rain movement and rain source direction analyze. Rain *scanner* based on Furuno marine radar have been developed to detect local area rainfall with coverage area of 44 km. This technology is able to detect the movement of rain event based on 3 minutes of temporal resolution data. AWS data in 2 different locations will be used as a ground based rain rate data. Correlation method will be used to measure linear relation level between rain scanner ADC count and daily rain rate AWS. Rain scanner data (ADC count value, area, movement) supported with AWS data (rain rate, wind rose) will be used to analyze the movement and rain source direction. Three month average rain rate (January – March 2014) from 2 different AWS-es showed the daily rain rate maximum value occur during afternoon and evening with maximum average in March 2014. Meanwhile daily rain rate pattern from AWS no.1 is almost similar compared to the ADC count rain scanner in the AWS pixel area, with corrected delay time between both data for  $\pm 7$  minutes resulted a linear correlation value of 0.904. Rain event which posses a long duration was detected during March 2<sup>nd</sup>-3<sup>rd</sup>, 2014 from 22.00 until 01.00 local time which categorize as a light and moderate rain. The rain scanner result on this date showed rain target source, which also detected by AWS no.1, generate from east and moved towards west following the wind dominant pattern. There are some area which experience flooding have been passed by this rain source, with another rain source possess maximum ADC count value detected in the south area of the rain scanner position.

Key words: Rain, Rain scanner, Movement, ADC count.

## 1 PENDAHULUAN

Dalam mempelajari fenomena alam seperti fenomena hujan, data-data dari berbagai instrumen pengukur meteorologi akan memberikan analisis yang lebih menyeluruh. Beberapa instrumen pengukur yang digunakan diantaranya adalah radar cuaca dan AWS (*Automatic Weather Station*).

Sistem radar cuaca di negara-negara maju telah mengalami perkembangan pesat baik dalam luasan cakupan area deteksi,

waktu respon deteksi, hingga resolusi yang tinggi. Beberapa negara berkembang berusaha merancang sistem yang sama, tetapi dengan biaya yang relatif murah menggunakan radar kecil seperti radar kapal.

Sistem *scanner* hujan merupakan sistem deteksi hujan yang dikembangkan berdasarkan radar kapal. *Scanner* hujan berbasis radar kapal tipe Furuno ini dikembangkan untuk mendeteksi hujan area lokal berdasarkan pengembangan dari teknologi radar kapal laut tipe *X band*. Teknologi *low cost X band radar* ini memiliki jangkauan terbatas dibandingkan dengan radar meteorologi lainnya, tetapi dengan sistemnya yang sederhana dapat dipasang untuk deteksi hujan area perkotaan.

Seperti umumnya pada radar, *scanner* hujan ini tidak mengukur hujan secara langsung sehingga diperlukan data perbandingan lainnya, yakni data curah hujan permukaan yang bisa didapatkan pada alat AWS. Gabungan dari kedua alat ini akan digunakan untuk mengamati kejadian hujan yang terjadi di daerah Bandung dan sekitarnya.

Pada tulisan ini akan dibahas sekilas tentang pengembangan sistem *scanner* hujan serta hasil pengamatannya dalam mendeteksi target hujan di area Bandung dan sekitarnya. Data hasil *scanner* hujan akan dibandingkan dengan data AWS dalam menganalisis pola harian hujan, waktu respon antara *scanner* hujan dan AWS, nilai korelasi, serta pergerakan target hujan. Kejadian hujan yang terjadi di Bandung juga akan dianalisis berdasarkan data pengamatan.

## 2 TINJAUAN PUSTAKA

Tipe baru dari radar cuaca tipe *low cost X-Band* radar kapal telah dikembangkan sejak tahun 2000 (Jensen, 2002). Radar ini memiliki biaya yang murah serta konfigurasi yang sangat mudah diaplikasikan pada area yang tidak terlalu luas seperti daerah perkotaan (Einfalt, 2004). Sinyal keluaran dari *tranceiver* radar Furuno terdiri dari 2 jenis sinyal, yakni sinyal navigasi (*trigger, heading, bearing*) serta sinyal video (sinyal pantulan target). Sinyal ini kemudian diolah oleh pengkondisian sinyal dan ADC. ADC 10 bit akan mendigitasi sinyal keluaran dengan rentang 0-1024 lalu 0-256 dengan *sampling* 20 MHz (Awaludin et al, 2012). Sinyal

navigasi dan video hasil digitasi diolah oleh komputer pemrosesan sinyal, dimana sinyal video selanjutnya dinamakan dengan nilai *ADC count*.

Estimasi presipitasi radar cuaca *low cost X-Band* didapatkan dari hasil hubungan linier antara keluaran radar (*ADC count*) dengan nilai curah hujan hasil pengukuran di permukaan (nilai curah hujan penakar hujan) (Nielsen, 2012). Metode ini berbeda dengan pengukuran pada radar meteorologi lainnya dimana hubungan reflektivitas radar dengan intensitas hujan berdasarkan hubungan nonlinier (Marshall Palmer, 1948, Probert-Jones, 1962). Kesalahan dalam mendeteksi hujan pada sistem ini sering terjadi akibat atenuasi, estimasi curah hujan yang berubah akibat bertambahnya jarak, maupun pada perata-rataan piksel saat proses *sampling* (Nugroho et al, 2013).

Interaksi antara angin dan hujan serta kondisi topografi sangat berpengaruh dalam mempelajari fenomena hujan. Saat tetes hujan berada dalam pola pergerakan angin, maka hujan akan terbawa oleh angin dan terdistribusi (Blocken et al, 2006).

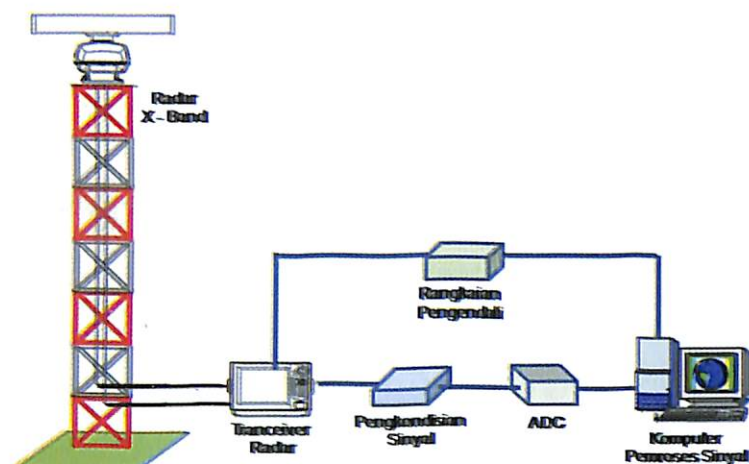
### **3 DATA DAN METODOLOGI**

Dalam penelitian ini akan di gunakan 2 sumber data, yakni data *scanner* hujan dan data penakar hujan AWS dengan cakupan lokasi penelitian berada pada daerah Bandung dan sekitarnya. Ilustrasi sistem *scanner* hujan ditunjukkan pada Gambar 1. Sistem ini terdiri dari antena *X-band* radar kapal serta *tranceiver* radar, rangkaian pengkondisian sinyal, ADC, rangkaian pengendali, serta komputer pemroses sinyal. Sinyal yang dipancarkan akan dipantulkan kembali oleh target hujan melalui antena dan *tranceiver* radar. Pengkondisian sinyal berfungsi mengkondisikan sinyal sedemikian rupa sehingga dapat diolah oleh ADC. Pengendali berfungsi menyinkronisasi antara proses kerja radar dengan pemrosesan sinyal.

Hasil digitasi ADC 10 bit sinyal video radar Furuno kemudian diubah menjadi data 8 bit untuk menyesuaikan dengan standar nilai radar cuaca. Hasil ini kemudian difilter serta diekstrak dari *clutter* permukaan menggunakan peta *clutter* untuk mendapatkan nilai target hujan yang selanjutnya diberi istilah *ADC count*. Pemrosesan ADC count diolah menggunakan Matlab 2011a

dalam bentuk koordinat kartesian  $(x,y)$ , serta koordinat kutub  $(r,\theta)$  dimana resolusi temporal adalah 3 menit dengan proses *scan* secara terus menerus dalam *single layer*. *Scanner* hujan di tempatkan di Gedung 3 Lantai 5, kantor LAPAN Pasteur Bandung. Cakupan *scanner* hujan dapat mencapai hingga 44 km.

Data AWS yang digunakan adalah data dari Bulan Januari hingga Maret 2014. Penakar hujan AWS yang digunakan memiliki resolusi 0,2 mm serta waktu *sampling* 15 menit. Penakar hujan AWS yang akan digunakan adalah sebanyak 2 buah, yakni penakar hujan (AWS 1) di lokasi Taman Meteo ITB serta penakar hujan (AWS 2) kantor LAPAN Pasteur Bandung yang akan digunakan sebagai data pembandingan.



**Gambar 1.** Ilustrasi sistem *scanner* hujan.

Data pengamatan *scanner* hujan yang digunakan adalah data tanggal 4 Januari hingga 19 Maret 2014. Data tersebut kemudian disortir untuk menghasilkan kualitas data yang baik. Data yang dianggap baik adalah jika nilai error *clutter* permukaan hasil ekstraksi tidak melebihi 20% dalam 1 hari. *Clutter* permukaan merupakan deteksi bangunan serta pegunungan di sekitar *scanner* hujan yang ikut terdeteksi. Hasil kualitas data menghasilkan jumlah data hanya 34 hari data (Januari 12 hari, Februari dan Maret 11 hari). Data Desember 2013 tidak diikutsertakan karena penggunaan metode pengolahan sinyal yang berbeda.

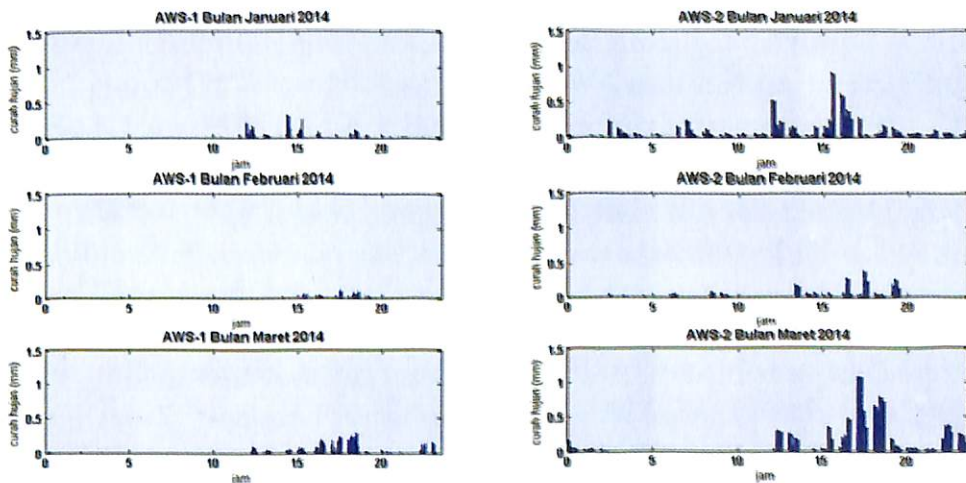
Hasil data spasial *ADC count* pada titik lokasi AWS dimana resolusi spasial dalam 1 titik piksel *ADC count* adalah 120x120 meter, akan dibandingkan dengan data AWS untuk menganalisis

waktu respon *scanner* hujan terhadap data curah hujan permukaan, nilai korelasi serta pergerakan hujan. Metode *image processing* digunakan dalam menganalisis luasan piksel *ADC count* sedangkan *windrose* pada data AWS digunakan untuk menganalisis pergerakan angin.

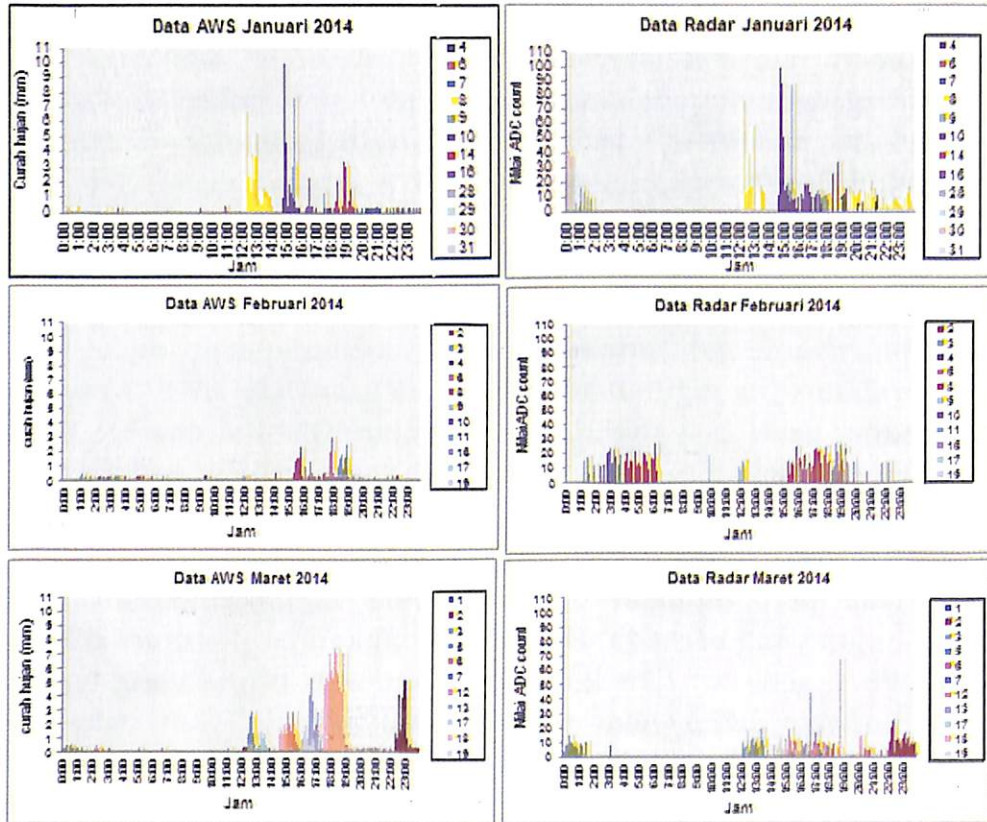
#### 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah awal dari penelitian ini adalah dengan menguji dan mengukur hubungan antara data *scanner* hujan dan data AWS, dengan data yang digunakan adalah AWS 1. Data AWS 2 berada dalam area *dead zone* radar *scanner* hujan. Oleh karena itu, AWS 2 hanya digunakan sebagai data pembandingan curah hujan rata-rata AWS 1. Hasil perbandingan AWS 1 dan AWS 2 ditampilkan pada Gambar 2.

Hasil perbandingan data rata-rata memperlihatkan nilai curah hujan yang berbeda. Hal ini disebabkan jarak antara AWS 1 dan AWS 2 sebesar 2,78 km sehingga curah hujan yang terjadi tidak mungkin sama. Jika dilihat dari nilai maksimum rata-rata curah hujan, kedua data AWS memperlihatkan rentang waktu yang sama yakni terjadi antara sore dan malam hari. Hasil kedua data juga memperlihatkan bahwa bulan Maret 2014 memiliki nilai curah hujan rata-rata paling tinggi dibandingkan dengan kedua bulan lainnya.



**Gambar 2.** Perbandingan pola curah hujan AWS 1 dan AWS 2

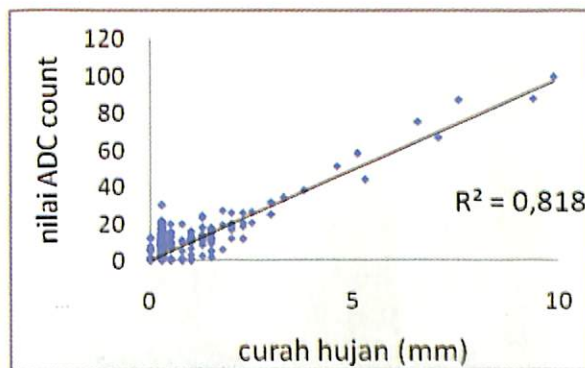


**Gambar 3.** Hasil pengamatan harian AWS-1 dan scanner hujan pada bulan Februari dan Maret 2014.

Data harian AWS 1 kemudian dibandingkan dengan data scanner hujan seperti pada Gambar 3. Dari hasil perbandingan terlihat adanya pola data scanner hujan yang hampir mendekati pola harian curah hujan AWS 1, serta adanya waktu tunda antara data AWS 1 dengan scanner hujan dimana rata-rata waktu tunda adalah  $\pm 7$  menit. Waktu tunda tersebut kemudian digunakan sebagai koreksi dan dihasilkan nilai determinasi ( $R^2 = 0,818$ ) serta korelasi ( $r = 0,904$ ) seperti pada Gambar 4. Hasil perbandingan menunjukkan adanya hubungan linier yang kuat antara ADC count scanner hujan dan curah hujan AWS.

Dari hasil perbandingan terlihat nilai curah hujan yang tinggi terdeteksi oleh AWS 1 pada tanggal 18 Maret 2014 pukul 18.00 – 19.00 tetapi tidak selalu mampu direspon oleh ADC count scanner hujan. Hal ini kemungkinan disebabkan faktor atenuasi oleh hujan itu sendiri saat banyaknya tetes hujan yang berada di dekat area radar. Dari data tersebut juga terdapat kejadian hujan

yang memiliki durasi yang cukup lama yakni pada tanggal 2 – 3 Maret 2014 dari pukul 22.00 WIB hingga 01.00 WIB. Kejadian hujan ini mengguyur kota Bandung dan menyebabkan banjir di daerah Bojongsoang, Gedebage, Ciwastra, Margahayu, dan di Jalan Soekarno Hatta (inilahkoran.com, 2014). Kejadian hujan ini bersifat terus menerus (*continue*) dan dapat di kategorikan sebagai hujan sedang (20-50 mm) dan ringan (5-20 mm) dimana akumulasi curah hujan dari kedua AWS (AWS 1 dan 2) memperlihatkan nilai berturut-turut adalah 31,5 mm dan 30,8 mm pada tanggal 2 Maret 2014 serta 15,2 mm dan 27,0 mm pada tanggal 3 Maret 2014.



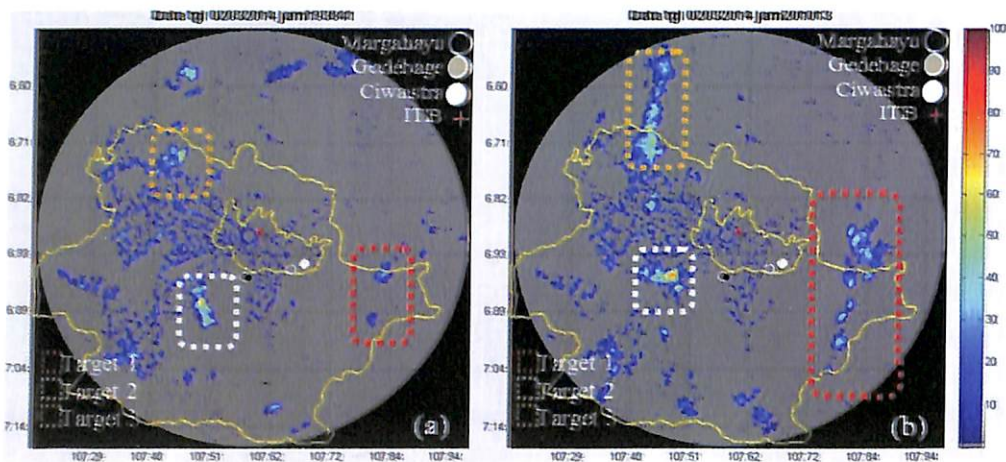
**Gambar 4.** Hasil korelasi *scanner* hujan dan AWS 1

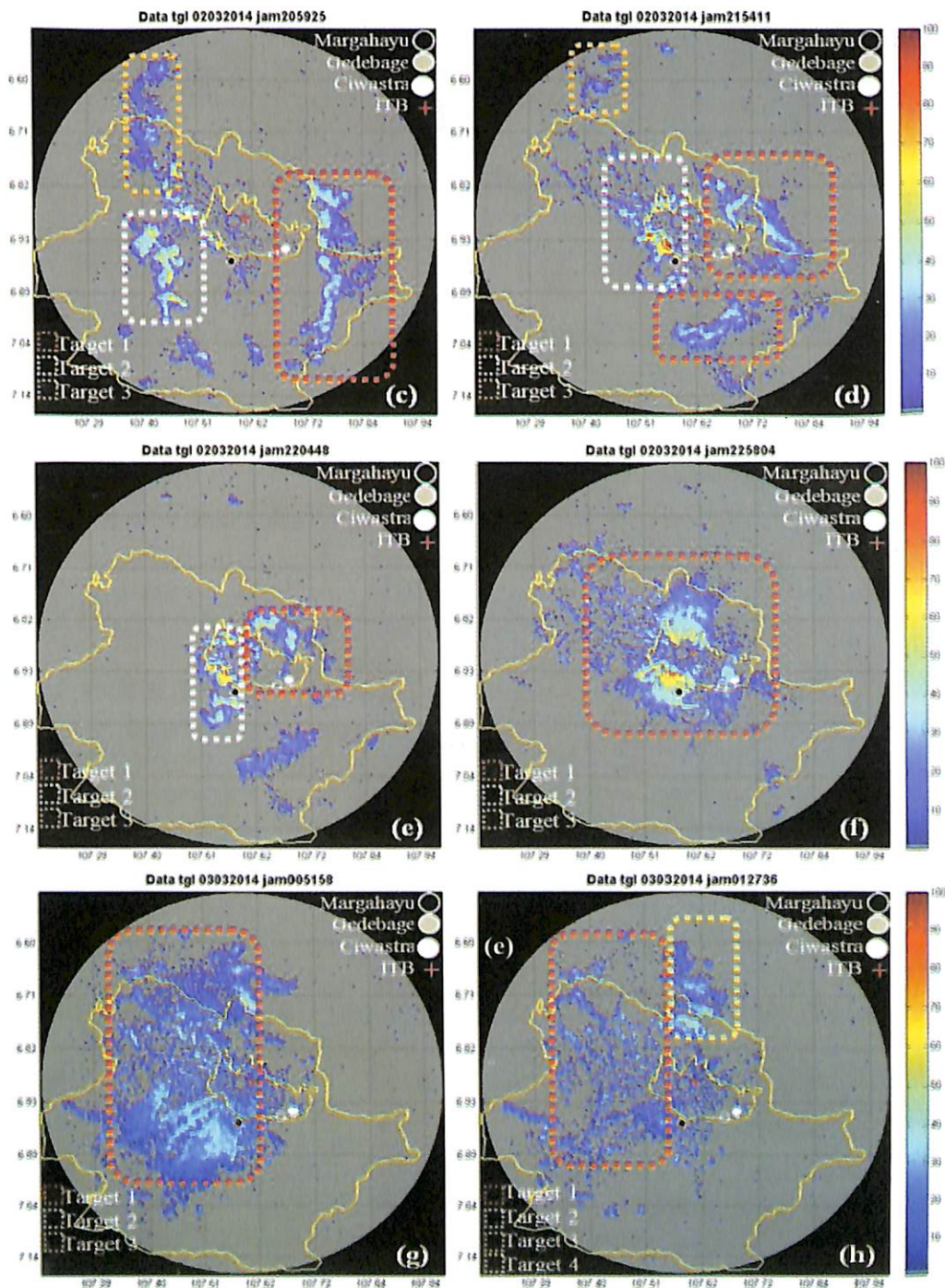
Hasil pengamatan spasial berdasarkan *scanner* hujan pada kejadian hujan tanggal 2-3 Maret 2014 ditampilkan pada Gambar 5a – 5h beserta keterangan lokasi AWS 1 (ITB), Gedebage, Ciwastra dan Margahayu, sementara data AWS 1 pada tanggal dan jam yang sama ditampilkan pada Gambar 6. Dari kedua data tersebut dapat diamati pergerakan target hujan dan analisis sumber hujan. Pada Gambar 5a terlihat adanya 3 target hujan, no.1 di area sebelah timur dari lokasi radar (24,36 km pada azimuth 107,6°), no.2 di arah barat daya (berjarak 14,88 km azimuth 209,5°) dan no.3 arah barat laut (berjarak 19,2 km azimuth 319,6°). Gambar 5a no.1 muncul dengan luasan 123 piksel, Gambar 5b jumlah piksel no.1 naik dengan luasan 1.199 piksel, Gambar 5c target no.1 berbentuk memanjang dengan kenaikan luasan hingga 8.993 piksel dan mulai bergerak ke arah barat.

Gambar 5d target no.1 kemudian seperti terpecah menjadi 2 bagian dengan total luasan 25.018 piksel, dimana sebagian target mendekati lokasi AWS 1. Gambar 5e. target no.1 telah mencapai

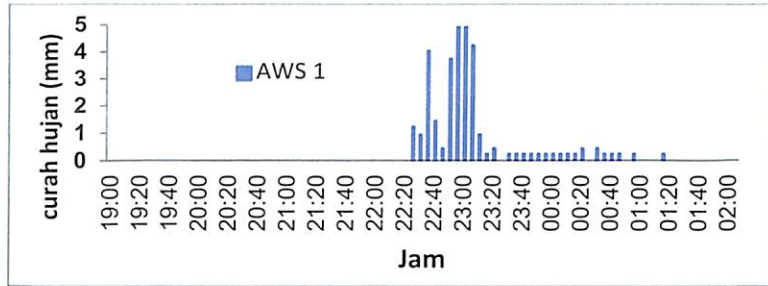


posisi AWS 1 tetapi belum terdeteksi akibat adanya waktu tunda. AWS 1 mulai mendeteksi hujan pada pukul 22.25. Target no.1 mulai bergabung dengan target no.2 di bagian barat sementara target no.3 bergerak ke arah barat laut dan menghilang. Dalam waktu 44 menit (dari pukul 22.15 - 22.59) gabungan dari kedua target hujan tersebut meluas hingga mencapai jumlah 42.720 piksel (70,75%) (Gambar 5f). Target hujan terdeteksi bernilai tinggi di daerah selatan dari titik lokasi *scanner* hujan (*ADC count* antara 70 - 80). Target hujan terus bergerak menuju arah barat dan barat laut hingga mulai reda pukul 01.20 (pada *scanner* hujan pukul 01.24), tetapi masih terdapat target no.4 yang muncul di arah utara Radar, sehingga radar masih mendeteksi target hujan hingga pukul 02.55. Lokasi banjir yang terjadi di Gedebage (jarak 13.987 meter azimuth 117,42°), dan Ciwastra (jarak 11.219 meter azimuth 130,8°) jika diamati oleh *scanner* hujan dilewati oleh target hujan no.1 dari pukul 22.04 - 00.51, sedangkan untuk daerah Margahayu (jarak 9.071 meter azimuth 184,7°) dilewati oleh target hujan no.2. dari pukul 22.04 - 01.27.



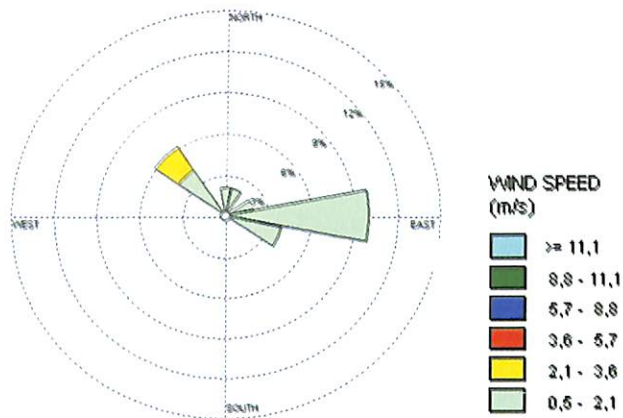


**Gambar 5.** Hasil spasial ADC count scanner hujan tanggal 2 – 3 maret 2014 (a). 19.38, (b). 20.10, (c). 20.59, (d). 21.54, (e). 22.04, (f). 22.59, (g). 00.51, (h). 01.27.



**Gambar 6.** Curah hujan AWS 1 pukul 19.00 WIB (2 Maret 2014) hingga pukul 02.00 WIB (3 Maret 2014)

Berdasarkan data *windrose* AWS 1 (Gambar 7) terlihat bahwa pola dominan angin dari pukul 19.00 WIB (2 Maret 2014) hingga 02.00 WIB (3 Maret 2014) berhembus dari arah timur dengan kecepatan 0,5 – 2,1 m/s.



**Gambar 7.** *Windrose* dan curah hujan AWS 1 pukul 19.00 WIB (2 Maret 2014) hingga pukul 02.00 WIB (3 Maret 2014)

## 5 KESIMPULAN

Beberapa faktor yang mempengaruhi hasil pengamatan *scanner* hujan diantaranya adalah faktor atenuasi dan *clutter* permukaan. Untuk memaksimalkan hasil *scanner* hujan perlu dikembangkan filter *clutter* permukaan yang lebih baik dengan metode secara *hardware* maupun *software*, serta pengolahan sinyal dengan koreksi atenuasi berdasarkan hasil observasi. Data AWS memperlihatkan rentang waktu hujan rata-rata terjadi antara sore dan malam hari pada bulan Januari-Februari 2014, dengan

nilai tertinggi terjadi di bulan Maret 2014. Pola harian curah hujan data *scanner* hujan hampir mendekati pola AWS 1, dengan memperhitungkan waktu tunda antara kedua data sebesar  $\pm 7$  menit, dihasilkan hubungan dengan korelasi linier 0,904. Kejadian hujan dengan durasi yang cukup lama terjadi pada tanggal 2 – 3 Maret 2014 dari pukul 22.00 WIB hingga 01.00 WIB dengan kategori hujan sedang (27,0 - 31,5 mm) dan ringan (15,2 mm). Hasil *scanner* hujan memperlihatkan sumber target hujan yang terdeteksi pada AWS 1 berasal dari timur (target no.1) bergerak ke arah barat yang melewati daerah Gedebage dan Ciwastra mengikuti pola dominan angin dengan kecepatan 0,5 – 2,1 m/s, dengan nilai maksimum terdeteksi di daerah selatan.

### **Ucapan Terima Kasih**

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Nurjanna Joko, Asri Indrawati, Noersomadi, Rudi Komarudin, serta Staf Bidang Teknologi Atmosfer atas bantuannya dalam penelitian ini.

### **DAFTAR RUJUKAN**

- Jensen, N.E., dan S. Overgaard, 2002: Performance of small x-band Weather Radar, 2002 Western Pacific Geophysics Meeting, Wellington, New Zealand
- Einfalt, T., K. Arnbjerg-Nielsen, C. Golz, N.E. Jensen, M. Quimbach, G. Vaes, dan B. Vieux, 2004: Towards a roadmap for use of radar rainfall data in urban drainage, *Journal of Hydrology*, **299**, 186-202
- Awaludin, A., G.A. Nugroho, dan S.A. Rahayu, 2013: Analisis kemampuan radar navigasi laut Furuno 1932 mark-2 untuk pemantauan intensitas hujan, *Jurnal Sains Dirgantara*, **10**, 90-103
- Nielsen, J, E., N. E. Jensen, dan M. R. Rasmussen, 2012: Calibrating LAWR weather radar using laser disdrometer, *Atmospheric Research*, doi:10.1016/j.atmosres.2012.10.017
- Marshall, J.S., dan W.M. Palmer, 1948: The Distribution of Raindrops with Size, *Journal of Atmospheric Sciences*, **5**, 165-166
- Probert-Jones, J., 1962: The radar equation in meteorology, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, **88**, 485-495
- Nugroho, G.A., dan A. Awaludin, 2013: Mapping method development using digital image processing to calibrate

rainfall radar image, *Proceedings International Seminar of Aerospace Science and Technology 17<sup>th</sup> SIPTEKGAN-2013*, **26**, 195-199

Blocken, B., J. Poesen, dan J. Carmeliet, 2006: Impact of wind on the spatial distribution of rain over micro-scale topography – numerical modelling and experimental verification, *Hydrological Processes*, **20**, 345-368

<http://www.inilahkoran.com>, diakses tanggal 19 Maret 2014

<http://weather.meteo.itb.ac.id>, diakses tanggal 20 Maret 2014