

PERBANDINGAN METODOLOGI KOREKSI BIAS DATA CURAH HUJAN CHIRPS

Misnawati ^{a,*}, Rizaldi Boer ^b, Tania June ^b, Akhamad Faqih ^b

^a Mahasiswa S2 Klimatologi Terapan, F-MIPA-IPB,

^b Departemen Geofisika dan Meteorologi, F-MIPA-IPB

Kampus IPB Dramaga Jl. Raya Dramaga, Bogor

*E-mail: mmisna84@gmail.com

Diterima : 29 Desember 2017, Disetujui : 30 Juni 2018

ABSTRAK

Penggunaan data global makin meningkat dalam mengatasi permasalahan ketersediaan data curah hujan observasi. Salah satu data global yang sering digunakan yaitu data Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station (CHIRPS). Namun demikian, data CHIRPS tidak bebas dari permasalahan bias, sehingga perlu dilakukan validasi dan koreksi dengan menggunakan data observasi hasil pengamatan di lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi metode koreksi bias yang memberikan performa paling baik dalam memperbaiki inkonsistensi data curah hujan CHIRPS terhadap curah hujan observasi. Metode-metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode regresi linear berganda, distribution mapping, metode rasio rata-rata, dan metode regresi power. Evaluasi performa masing-masing metode tersebut dilakukan berdasarkan nilai koefisien determinasi (R^2) dan jumlah kuadrat tengah sisa (MSE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode koreksi bias dengan regresi linear berganda memberikan hasil yang terbaik dengan nilai R^2 terbesar dan MSE terkecil. Pola curah hujan harian dan bulanan CHIRPS terkoreksi metode regresi linear berganda juga menunjukkan konsistensi yang paling baik terhadap curah hujan observasi.

Kata kunci : CHIRPS, koreksi bias, performa, curah hujan

ABSTRACT

Global rainfall dataset usage is increasing due to observation data availability problem. CHIRPS is one of the most frequently used to solve data limitations. However, CHIRPS is restricted by bias problem, so it needs to be validated and corrected using observation data. This research aims to identify the performance of bias correction methods in correcting CHIRPS to observation data. The methods of bias correction used in this study are multiple linear regression, distribution mapping, ratio of the average, and power regression. The best performances are evaluated based on R^2 and MSE. The result shows multiple linear regression is the best method in correcting CHIRPS among others with highest R^2 and lowest error value. In addition, daily and monthly CHIRPS rainfall patterns corrected by the multiple linear regression method present the best consistency with observation rainfall.

Keywords : CHIRPS, correction bias, performances, rainfall

PENDAHULUAN

Curah hujan merupakan salah satu unsur iklim penting bagi aktivitas manusia, seperti pertanian dan hidrologi. Curah hujan memiliki karakteristik yang beragam menurut ruang dan waktu, sehingga ketersediaan data yang memadai menjadi hal yang penting untuk memahami karakteristik curah hujan di suatu wilayah. Akan tetapi, ketersediaan data masih menjadi kendala karena sebaran stasiun pengukuran curah hujan belum merata di seluruh Indonesia. Oleh karena itu, penggunaan data-data global seperti data *Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station* (CHIRPS, -Funk et al. 2015a), *Climate Research Unit* (CRU, New et al. 1999, 2000), *The German Weather Service Global Precipitation Climatology Centre* (GPCC, Beck et al. 2004), *Global Precipitation Climatology Project* (GPCP, Adler et al. 2003), *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM, Huffman et al. 2007) semakin meningkat untuk mengatasi masalah ketersediaan data. Penggunaan data global tersebut masih terkendala karena ada inkonsistensi (bias) terhadap data observasi, sehingga perlu dilakukan koreksi bias terlebih dahulu sebelum digunakan dalam suatu kajian.

Banyak metode sudah dikembangkan untuk mengoreksi bias tersebut, misalnya oleh Piani et al. (2010), Lenderink et al. (2012), Ninyerola et al. (2000) dan Mamenun et al. (2014)). Piani et al. (2010) melakukan koreksi bias dengan menggunakan pendekatan distribusi peluang curah hujan yang mengasumsikan bahwa curah hujan observasi dan model mengikuti distribusi gamma. Sementara itu, pendekatan lain menggunakan rasio curah hujan bulanan rata-rata observasi dengan data yang akan dikoreksi berdasarkan Lenderink et al. (2012) dan Mamenun et al. (2014) menggunakan regresi linear, regresi power, regresi logaritmik, dan regresi eksponensial untuk validasi dan koreksi data satelit TRMM pada 3 pola curah hujan di Indonesia untuk menyimpulkan bahwa regresi power memberikan performa paling baik dalam mengoreksi data TRMM. Pada penelitian sebelumnya, Ninyerola et al. (2000) juga pernah melakukan koreksi bias dengan

teknik regresi berganda dan interpolasi data menggunakan GIS (*Geographical Information System*). Akan tetapi, belum ada kajian mengenai metode mana yang memberikan performa paling baik dalam mengoreksi data-data secara global tersebut. Data curah hujan CHIRPS akan digunakan dalam pengujian performa setiap metode koreksi bias di atas. Pemilihan data curah hujan CHIRPS dilakukan karena CHIRPS memiliki resolusi spasial yang sangat tinggi, yaitu $0,05^\circ \times 0,05^\circ$.

Kajian-kajian mengenai penggunaan data CHIRPS sudah banyak dilakukan, di antaranya Shukla et al. (2014) menggunakan CHIRPS untuk mengevaluasi prakiraan kelembapan tanah yang dihasilkan oleh sistem prakiraan kekeringan musiman di wilayah Afrika Timur, Katsanos et al. (2015) melakukan validasi CHIRPS untuk wilayah Cyprus dengan periode data selama 30 tahun, Trejo et al. (2016) mengevaluasi performa CHIRPS terhadap curah hujan observasi di Venezuela, Listiani dan Pawitan (2016) menggunakan data CHIRPS untuk prediksi curah hujan deras berpotensi banjir berdasarkan model indeks MJO di wilayah Jawa Barat, Jadmiko et al. (2017) menggunakan hasil koreksi curah hujan CHIRPS untuk mengoreksi luaran model iklim regional wilayah Kalimantan, Shrestha et al. (2017) mengevaluasi akurasi CHIRPS dalam memonitor kekeringan di Koshi basin-Nepal, dan Tapiador et al. (2017) menggunakan CHIRPS untuk validasi model iklim, dan

METODE

Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan harian observasi tahun 1998–2010 dan data curah hujan harian CHIRPS tahun 1998–2010 yang diunduh dari IRI Data Library dengan alamat website <http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.UC/SB/.CHIRPS/>. CHIRPS merupakan salah satu dataset curah hujan global yang dikembangkan oleh U.S. Geological Survey (USGS) dengan resolusi tinggi $0,05^\circ \times 0,05^\circ$ (sekitar 5 km) untuk monitoring kekeringan. Data curah hujan CHIRPS merupakan gabungan curah hujan stasiun dan satelit yang mencakup hampir semua daratan bumi (50°S –

50°N) dan tersedia dalam skala waktu harian, 5 harian, dan bulanan dari tahun 1981 sampai saat ini (Funk *et al.* 2015b). Perbedaan besar data curah hujan CHIRPS dengan data curah hujan lain adalah CHIRPS memiliki resolusi tinggi 0,05°, sedangkan dataset global lain umumnya memiliki resolusi 0,5° atau lebih rendah dari 0,5° (Tapiador *et al.* 2012). Data CHIRPS diunduh sesuai dengan koordinat Jawa Tengah yang merupakan wilayah yang dipilih dalam studi ini. Jawa Tengah dipilih sebagai wilayah kajian dalam studi ini karena merupakan salah satu provinsi yang menjadi sentra produksi pangan di Indonesia dan juga merupakan salah satu provinsi yang cukup sering mengalami kekeringan di Indonesia. Dampak kekeringan pada sektor pertanian menyebabkan luas panen padi di Jawa Tengah mengalami penurunan sebanyak 9.735 ha pada tahun 1997 dan 117.817 ha pada tahun 2003 dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Penurunan luas panen tersebut berbanding lurus dengan penurunan produksi. Pada tahun 1997 produksi padi menurun sebanyak 30.349 ton dan pada tahun 2003 sebanyak 379.684 ton (BPS 2015). Oleh karena itu, ketersediaan data iklim yang cukup lengkap untuk melakukan kajian-kajian mengenai hubungan pertanian dengan iklim sangat penting, seperti dampak kekeringan dan banjir terhadap produksi pertanian.

Selain data CHIRPS, penelitian ini juga menggunakan data *Digital Elevation Model* (DEM) yang diperoleh dari website <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Data lain yang digunakan yaitu data observasi curah hujan dari 161 stasiun klimatologi, stasiun meteorologi, dan penakar hujan yang tersebar di seluruh wilayah penelitian.

Gridding Data Curah Hujan Observasi

Proses awal sebelum koreksi bias dilakukan adalah melakukan gridding data curah hujan observasi yang berupa titik menjadi grid. Proses ini dilakukan agar data tersebut memiliki kesamaan dengan data CHIRPS, sehingga dapat dipasangkan ketika melakukan koreksi bias. Proses gridding dilakukan dengan menggunakan metode *nearest neighbor*. Proses gridding data observasi akan menghasilkan data curah hujan observasi berupa grid dengan jumlah dan

ukuran grid yang sama dengan grid data CHIRPS.

Koreksi Bias

Koreksi data curah hujan dilakukan dengan empat metode, yaitu metode regresi linear berganda, metode *distribution mapping*, metode rasio rata-rata, dan metode regresi power.

Metode Regresi Linear Berganda

Teknik regresi linear berganda merupakan salah satu teknik yang sederhana dan bermanfaat dalam menduga curah hujan dan memberikan performa yang cukup baik (Ninyerola *et al.* 2000). Langkah pertama dalam melakukan koreksi metode ini adalah menghitung curah hujan dugaan CHIRPS sesuai koordinat stasiun curah hujan observasi menggunakan persamaan berikut:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 \quad (1)$$

Y = curah hujan observasi, a = konstanta regresi, b1, b2, b3, dan b4 = koefisien regresi, X₁ = curah hujan CHIRPS, X₂ dan X₃ = bujur dan lintang, dan X₄ = elevasi (DEM). Langkah kedua adalah menghitung nilai error CHIRPS dari selisih curah hujan observasi (Y) dengan curah hujan dugaan (\hat{Y}) seperti persamaan berikut:

$$Error = Y - \hat{Y} \quad (2)$$

Langkah ketiga adalah melakukan interpolasi nilai error CHIRPS mengikuti ukuran dan jumlah grid CHIRPS. Langkah keempat adalah menghitung curah hujan dugaan CHIRPS dan error semua grid menggunakan persamaan (1). Langkah kelima adalah menghitung curah hujan CHIRPS terkoreksi untuk semua grid dengan menjumlahkan curah hujan dugaan CHIRPS dan error semua grid. Langkah terakhir adalah CHIRPS terkoreksi yang bernilai negatif diubah menjadi 0.

Metode Distribution Mapping

Langkah pertama dalam melakukan koreksi bias dengan metode *distribution mapping* (Piani *et al.* 2010) adalah mengidentifikasi jenis distribusi peluang dan probabilitas curah hujan. Umumnya curah hujan dianggap memiliki distribusi peluang

gamma dengan fungsi kepadatan peluang yang dihitung dengan persamaan:

$$pdf(x) = \frac{e^{\left(\frac{-x}{b}\right)} x^{a-1}}{\Gamma(a) b^a} \quad (3)$$

Langkah kedua adalah menghitung distribusi kumulatif gamma dengan mengintegrasikan persamaan di atas. Langkah ketiga adalah membuat fungsi transfer distribusi kumulatif gamma antara data curah hujan stasiun dan data curah hujan CHIRPS. Fungsi transfer yang digunakan untuk mengoreksi CHIRPS adalah berupa persamaan regresi polinomial yang sudah diuji oleh Jadmiko *et al.* (2017).

Metode Rasio Rata-Rata

Koreksi curah hujan CHIRPS dengan metode rasio rata-rata (Lenderink *et al.* 2007) dilakukan dengan menggunakan rasio curah hujan bulanan rata-rata observasi dengan data curah hujan bulanan rata-rata CHIRPS dengan persamaan sebagai berikut:

$$P_{*model} = P_{model} \times \left[\frac{\mu_m P_{obs}}{\mu_m P_{model}} \right] \quad (4)$$

P_{*model} = CHIRPS terkoreksi, P_{model} = CHIRPS asli, $\mu_m P_{obs}$ = curah hujan bulanan rata-rata observasi, $\mu_m P_{model}$ = Curah hujan bulanan rata-rata CHIRPS

Regresi Power

Koreksi bias dengan pendekatan regresi power pernah dilakukan sebelumnya oleh Mamenun *et al.* (2014). Koreksi bias dengan regresi power mendefinisikan curah hujan observasi sebagai peubah tak bebas dan CHIRPS yang sudah ditransformasi ke dalam bentuk logaritmik sebagai peubah bebas. Langkah pertama adalah membentuk hubungan curah hujan bulanan observasi (Y) dengan curah hujan bulanan CHIRPS.

$$Y = aX^b \quad (5)$$

Langkah kedua adalah menduga nilai a (Y_1) dan b (Y_2) menggunakan persamaan regresi berganda yang menjelaskan hubungan nilai a dan b dengan curah hujan CHIRPS (X_1), bujur (X_2), lintang (X_3), dan elevasi (X_4), dengan bentuk persamaan sebagai berikut:

$$Y_1 = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 \quad (6)$$

$$Y_2 = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 \quad (7)$$

Langkah ketiga adalah memasukkan nilai a dan b dugaan ke persamaan (5) untuk mendapatkan curah hujan CHIRPS bulanan terkoreksi. Langkah selanjutnya adalah melakukan disagregasi curah hujan CHIRPS bulanan terkoreksi menjadi harian dengan persamaan berikut:

$$P_{ij} = \frac{C_{ij}}{100} \times C_m \quad (8)$$

P_{ij} = curah hujan CHIRPS terkoreksi, C_{ij} = curah hujan CHIRPS, C_m = curah hujan CHIRPS bulanan terkoreksi.

Evaluasi Performa Metode Koreksi Bias

Performa keempat metode koreksi bias akan diuji dengan menggunakan parameter koefisien determinasi (R^2) dan *Mean Square Error* (MSE) yang dihasilkan masing-masing metode dengan masing-masing persamaan sebagai berikut:

$$R^2 = \left[\frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (O_i S_i) - (\bar{O} \bar{S})}{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n O_i^2 - \bar{O}^2 \right) - \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i^2 - \bar{S}^2 \right)} \right] \quad (9)$$

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (S_i - O_i)^2 \quad (10)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kendala dan permasalahan yang masih sering dihadapi dalam melakukan analisis curah hujan adalah ketersediaan data hujan observasi yang minim, baik spasial maupun temporal, pencatatan yang tidak kontinu, seri waktu data hujan tidak cukup panjang, banyak data yang kosong, dan sebaran stasiun hujan belum merata (Su *et al.* 2007).

Jawa tengah merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang sering mengalami bencana banjir dan kekeringan. Untuk meminimalisasi dampak kejadian banjir dan kekeringan tersebut perlu perencanaan dan penanggulangan yang tepat. Curah hujan merupakan faktor penting dalam memahami karakteristik banjir dan kekeringan. Oleh karena itu, kelengkapan dan keakuratan data curah hujan sangat dibutuhkan untuk membuat perencanaan dan menentukan bentuk penanggulangan banjir dan kekeringan yang baik dan tepat.

Permasalahannya muncul ketika data curah hujan wilayah Jawa Tengah yang tersedia tidak memadai, banyak data kosong

dan tidak kontinu. Data curah hujan CHIRPS bisa menjadi salah satu alternatif untuk mengatasi masalah ketersediaan data tersebut.

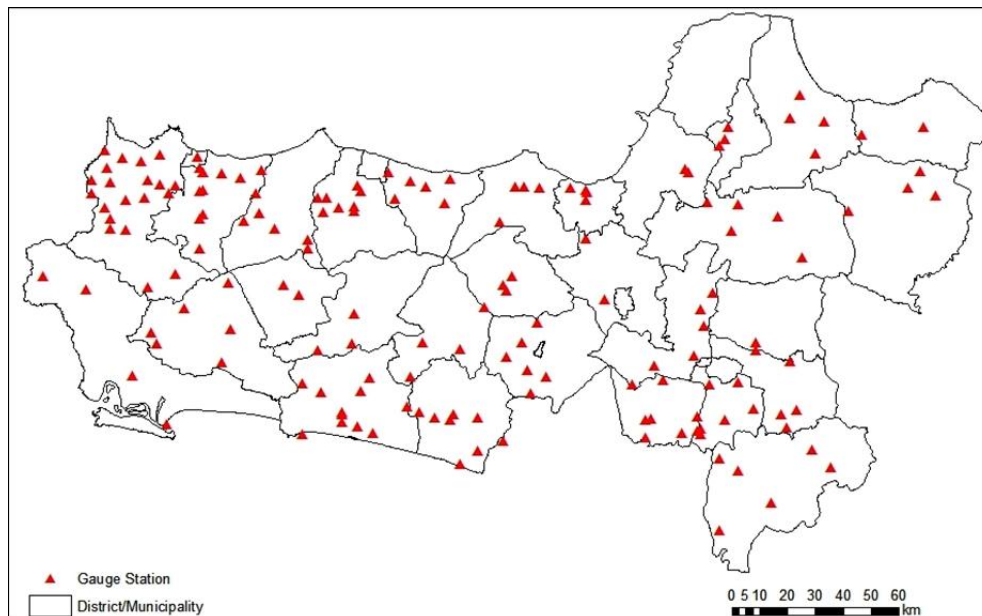
Gambar 1 menunjukkan sebaran stasiun pengamatan curah hujan di Jawa Tengah yang memperlihatkan bahwa sebaran stasiun pengamatan belum merata dengan baik, seperti Kabupaten Jepara yang tidak memiliki stasiun pengamatan dan beberapa kabupaten lain meskipun sudah memiliki stasiun pengamatan tetapi masih jarang.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tipe hujan di Jawa Tengah adalah monsun (Gambar 2). Pola monsun dicirikan oleh tipe curah hujan yang bersifat unimodial (satu puncak musim hujan); pada bulan Juni, Juli, dan Agustus terjadi musim kering, sedangkan bulan Desember, Januari, dan Februari merupakan bulan basah.

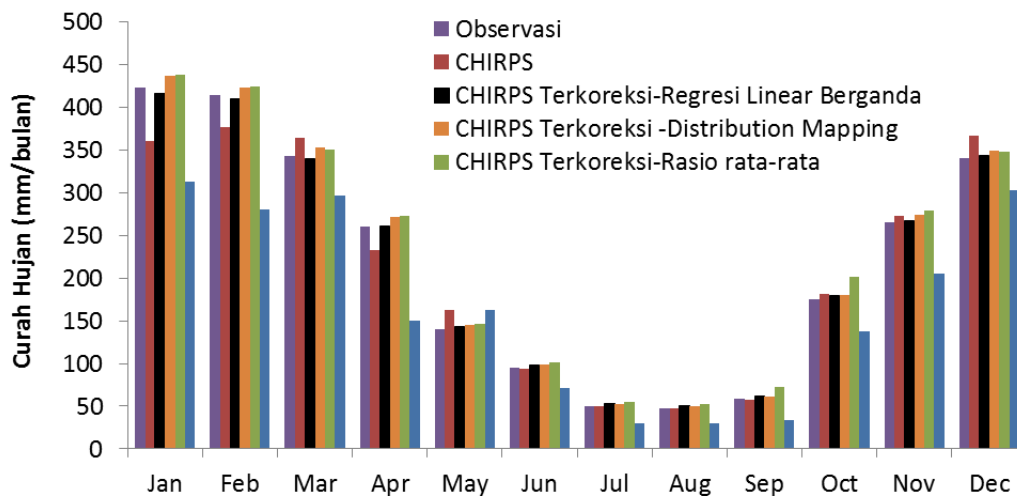
Enam bulan sisanya merupakan periode peralihan atau pancaroba; tiga bulan

peralihan musim kemarau ke musim hujan dan tiga bulan peralihan musim hujan ke musim kemarau.

Pola curah hujan bulanan CHIRPS terkoreksi menunjukkan bahwa CHIRPS terkoreksi pada metode regresi linear berganda secara konsisten menunjukkan pola yang sangat mirip dengan curah hujan bulanan observasi. Sebaliknya, CHIRPS terkoreksi pada metode lain menunjukkan pola yang tidak konsisten dalam menggambarkan curah hujan observasi (Gambar 2). Bulan yang paling basah terjadi pada bulan Februari untuk CHIRPS terkoreksi pada metode regresi linear berganda, *distribution mapping*, dan rasio rata-rata, sedangkan untuk CHIRPS terkoreksi pada metode regresi power bulan paling basah terjadi pada bulan Desember, sedangkan untuk bulan paling kering terjadi pada bulan Agustus.



Gambar 1. Distribusi stasiun observasi curah hujan.

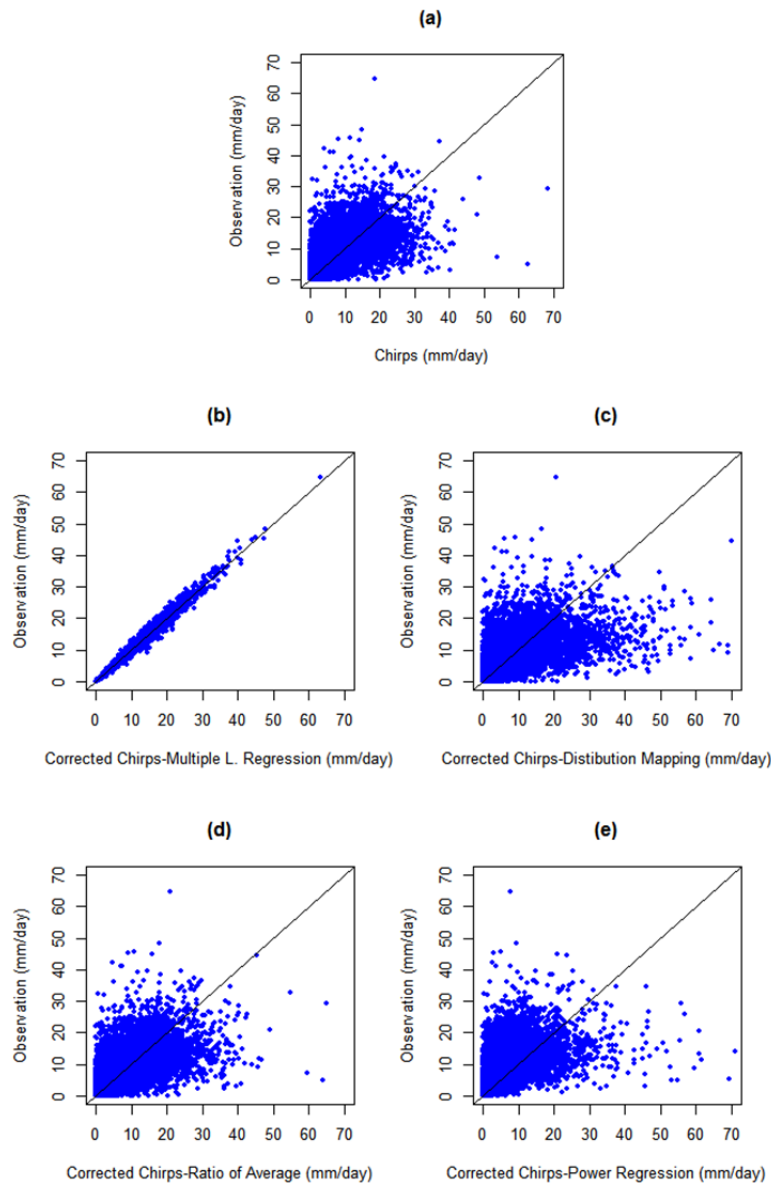


Gambar 2. Pola klimatologi curah hujan bulanan rata-rata observasi, CHIRPS dan CHIRPS terkoreksi

Gambar 3 menunjukkan hubungan antara curah hujan observasi dan curah hujan CHIRPS dan CHIRPS terkoreksi masing-masing metode. CHIRPS terkoreksi bisa dikatakan sempurna apabila nilainya berada pada garis diagonal (garis prediksi yang sempurna), nilai CHIRPS yang berada di atas garis diagonal merupakan nilai yang lebih rendah daripada observasi (*underestimated*) dan nilai CHIRPS yang berada di bawah garis diagonal merupakan nilai yang lebih tinggi daripada observasi (*overestimated*). Sebaran data CHIRPS asli banyak berada di atas maupun di bawah garis diagonal. Data CHIRPS terlihat rapat pada intensitas curah hujan rendah, artinya CHIRPS lebih mampu memprediksi hujan rendah daripada hujan tinggi (Gambar 3). Sebaran data CHIRPS terkoreksi untuk masing-masing metode menunjukkan hasil yang berbeda-beda; CHIRPS terkoreksi pada metode regresi linear berganda memberikan hasil yang paling baik dan mampu memprediksi curah hujan observasi dengan baik. Hal ini terlihat dari sebaran data yang mendekati dan bisa dikatakan hampir berada di sepanjang garis diagonal (Gambar 3b), yaitu ketika intensitas curah hujan observasi rendah. CHIRPS terkoreksi pada metode regresi linear berganda juga menunjukkan intensitas yang rendah dan sebaliknya, ketika intensitas curah hujan observasi tinggi, CHIRPS terkoreksinya juga tinggi. CHIRPS terkoreksi pada metode *distribution mapping* (Gambar 3c) dan regresi power (Gambar 3e) secara umum memiliki

sebaran data yang hampir sama, yaitu nilainya lebih banyak tersebar di bawah garis diagonal, artinya nilainya cenderung lebih tinggi daripada observasi. CHIRPS terkoreksi pada metode rasio rata-rata (Gambar 3d) menunjukkan sebaran data yang hampir sama dengan CHIRPS asli dengan nilai yang cenderung tidak terlalu lebih rendah atau tinggi daripada observasi.

Hasil analisis statistik per tahun pada Tabel 1 menunjukkan bahwa CHIRPS terkoreksi pada metode regresi linear berganda memiliki performa yang paling baik dibandingkan dengan metode koreksi lain. Ini dibuktikan oleh nilai koefisien determinasi (R^2) paling tinggi dan nilai error (MSE) paling rendah, yaitu nilai R^2 berkisar 0,989–0,994 dan nilai MSE berkisar 5–11 mm. CHIRPS terkoreksi pada metode *distribution mapping*, rasio rata-rata, dan regresi power memiliki performa yang terlalu jauh berbeda dari CHIRPS asli dengan kisaran nilai R^2 0,417–0,580 dan nilai MSE 188–404 mm untuk CHIRPS asli, R^2 0,434–0,569 dan MSE 212–514 mm untuk CHIRPS terkoreksi pada metode *distribution mapping*, R^2 0,417–0,590 dan MSE 189–420 mm untuk CHIRPS terkoreksi pada metode rasio rata-rata, dan R^2 0,317–0,594 dan MSE 171–739 mm untuk CHIRPS terkoreksi pada metode regresi power. Performa CHIRPS terkoreksi pada metode regresi power bisa dikatakan paling rendah karena memiliki nilai error paling tinggi dibandingkan metode koreksi lain.



Gambar 3. Hubungan antara curah hujan CHIRPS terkoreksi dan observasi, (a) CHIRPS asli (b) CHIRPS terkoreksi pada metode regresi linear berganda, (c) CHIRPS terkoreksi pada metode *distribution mapping*, (d) CHIRPS terkoreksi pada metode rasio rata-rata dan (e) CHIRPS terkoreksi pada metode regresi power.

Gambar 4 menunjukkan pola spasial curah hujan bulanan CHIRPS dan CHIRPS terkoreksi untuk masing-masing metode. Secara umum, pola spasial CHIRPS terkoreksi pada masing-masing metode memperlihatkan hasil yang mendekati atau hampir mendekati curah hujan observasi. Namun secara lebih detail, hasil koreksi bias curah hujan CHIRPS juga menunjukkan hasil yang sama dengan hasil analisis statistik. CHIRPS terkoreksi metode regresi linear berganda (Gambar 4c) memperlihatkan hasil paling mendekati curah hujan observasi (Gambar 4a). Pola spasial CHIRPS

terkoreksi pada metode *distribution mapping* (Gambar 4d) menunjukkan hasil yang hampir sama dengan hasil CHIRPS terkoreksi pada metode regresi linear berganda, tetapi di wilayah tertentu nilainya lebih tinggi daripada curah hujan observasi. Hal ini terlihat dari skala warna peta. Sebagai contoh skala warna biru pada bulan Januari tersebar lebih besar daripada observasi. Hasil koreksi bias menggunakan metode rasio rata-rata (Gambar 4e) tidak mampu menggambarkan curah hujan observasi dengan baik, terutama untuk bulan-bulan basah. Pola sebarannya lebih mengikuti pola CHIRPS asli daripada observasi. Hasil

koreksi menggunakan regresi power (Gambar 4f) menunjukkan pola sebaran curah hujan CHIRPS terkoreksi paling berbeda dari curah hujan observasi. Terlihat bahwa metode koreksi bias regresi power tidak mampu menangkap curah hujan dengan intensitas yang tinggi. Namun demikian, pola spasial CHIRPS terkoreksi masing-masing metode menunjukkan hasil yang mendekati observasi pada bulan-bulan kering dan bulan-bulan peralihan musim setiap musim.

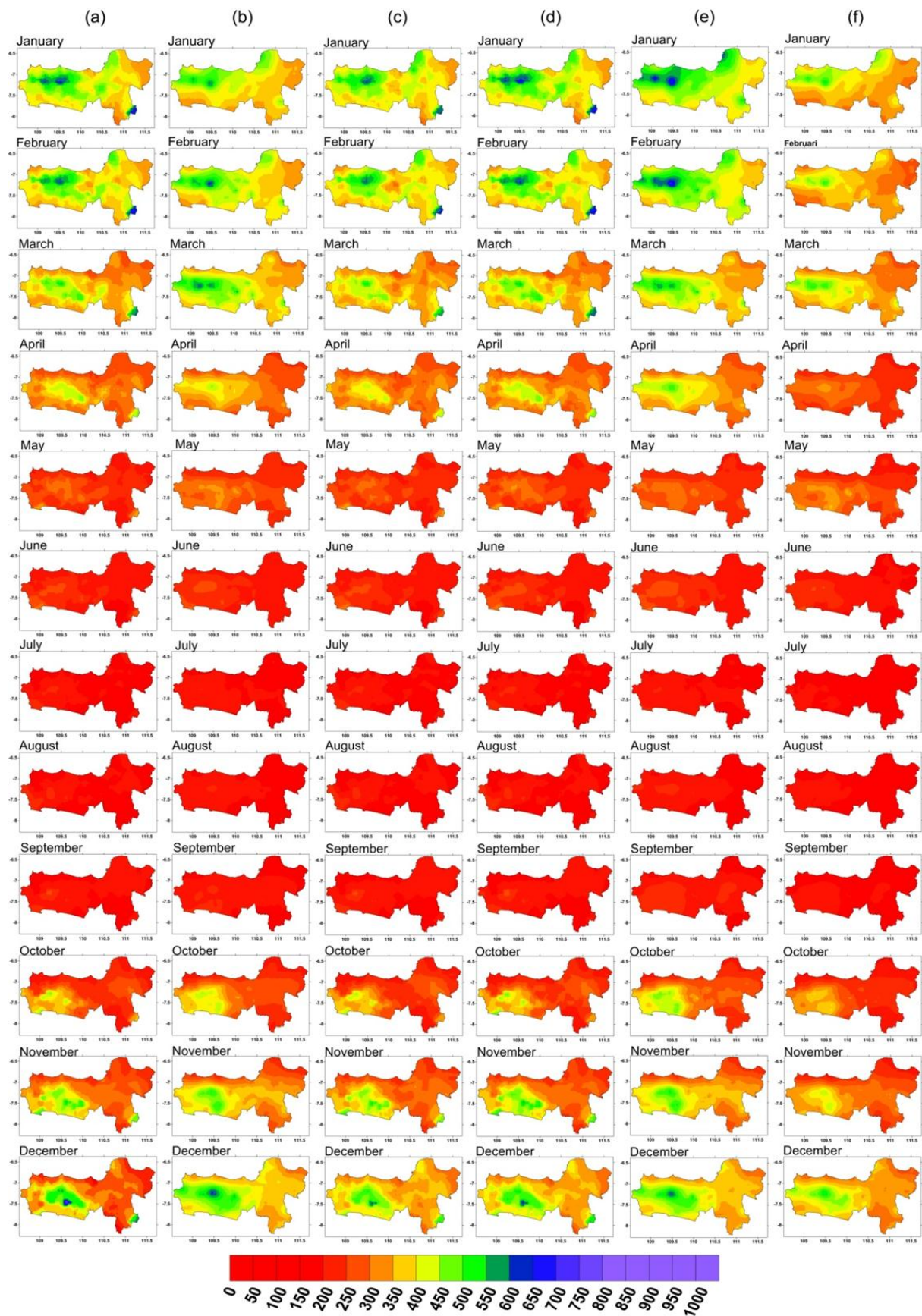
dilakukan untuk melihat bagaimana performa masing-masing metode koreksi dalam menggambarkan curah hujan harian. Pola curah hujan harian hasil koreksi menunjukkan bahwa metode koreksi regresi linear berganda (Gambar 5c) memiliki pola spasial yang sama dengan curah hujan observasi (Gambar 5a), baik untuk musim hujan maupun musim kemarau. Pola curah hujan harian CHIRPS terkoreksi pada metode *distribution mapping* (Gambar 5d), ratio rata-rata (Gambar 5e), dan

Tabel 1. Perbandingan hasil analisis statistik data CHIRPS sebelum dan sesudah terkoreksi

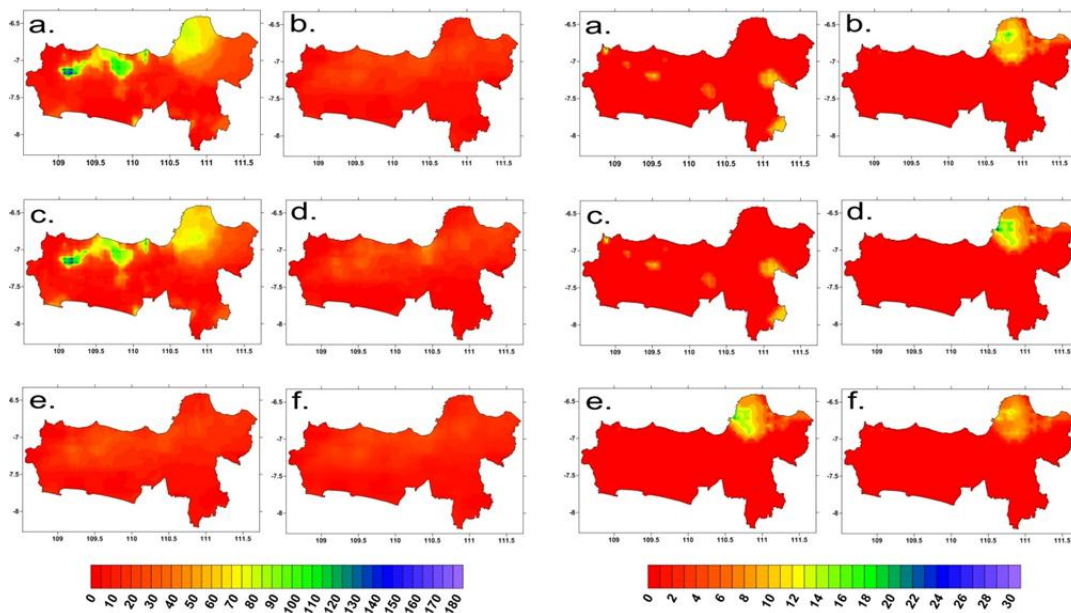
Tahun	Chirps		Chirps Terkoreksi- Regresi Berganda		Chirps Terkoreksi-Distribution Mapping		Chirps Terkoreksi-Ratio Rata-Rata		Chirps Terkoreksi-Regresi Power	
	R ²	MSE	R ²	MSE	R ²	MSE	R ²	MSE	R ²	MSE
1990	0.522	226	0.990	8	0.519	320	0.527	239	0.486	210
1991	0.580	194	0.989	8	0.569	243	0.590	198	0.594	175
1992	0.462	292	0.990	10	0.482	334	0.467	301	0.428	273
1993	0.515	261	0.991	8	0.535	316	0.525	268	0.485	252
1994	0.553	230	0.994	5	0.558	307	0.562	232	0.577	193
1995	0.509	293	0.991	9	0.527	339	0.517	299	0.537	290
1996	0.504	281	0.989	10	0.507	357	0.499	304	0.471	254
1997	0.490	188	0.991	6	0.495	212	0.501	189	0.521	171
1998	0.466	333	0.991	11	0.490	402	0.465	342	0.448	312
1999	0.539	273	0.992	8	0.550	334	0.543	282	0.546	276
2000	0.474	307	0.992	9	0.478	375	0.474	320	0.490	275
2001	0.472	313	0.993	8	0.465	402	0.471	335	0.444	291
2002	0.539	204	0.993	6	0.535	260	0.544	213	0.539	213
2003	0.525	283	0.993	8	0.507	344	0.517	295	0.526	298
2004	0.509	255	0.992	7	0.474	370	0.506	264	0.509	216
2005	0.462	276	0.993	6	0.451	347	0.459	290	0.436	259
2006	0.546	226	0.993	6	0.544	276	0.554	232	0.562	235
2007	0.527	297	0.992	9	0.543	364	0.525	303	0.527	290
2008	0.548	277	0.993	8	0.545	331	0.546	288	0.558	259
2009	0.542	262	0.993	7	0.550	316	0.549	268	0.529	247
2010	0.417	404	0.992	10	0.434	514	0.417	420	0.317	739
Semua tahun	0.513	270	0.992	8	0.515	280	0.514	336	0.487	273

Sampel curah hujan harian CHIRPS terkoreksi untuk masing-masing metode ditunjukkan pada Gambar 5. Untuk sampel harian ini dipilih 2 hari yang mewakili musim hujan dan musim kemarau, yaitu curah hujan pada tanggal 1 Januari 1997 untuk mewakili musim hujan dan 1 Juni 2000 untuk mewakili musim kemarau. Karena pola spasial curah hujan bulanan CHIRPS terkoreksi secara umum menunjukkan hasil yang mendekati observasi, maka pemilihan sampel ini

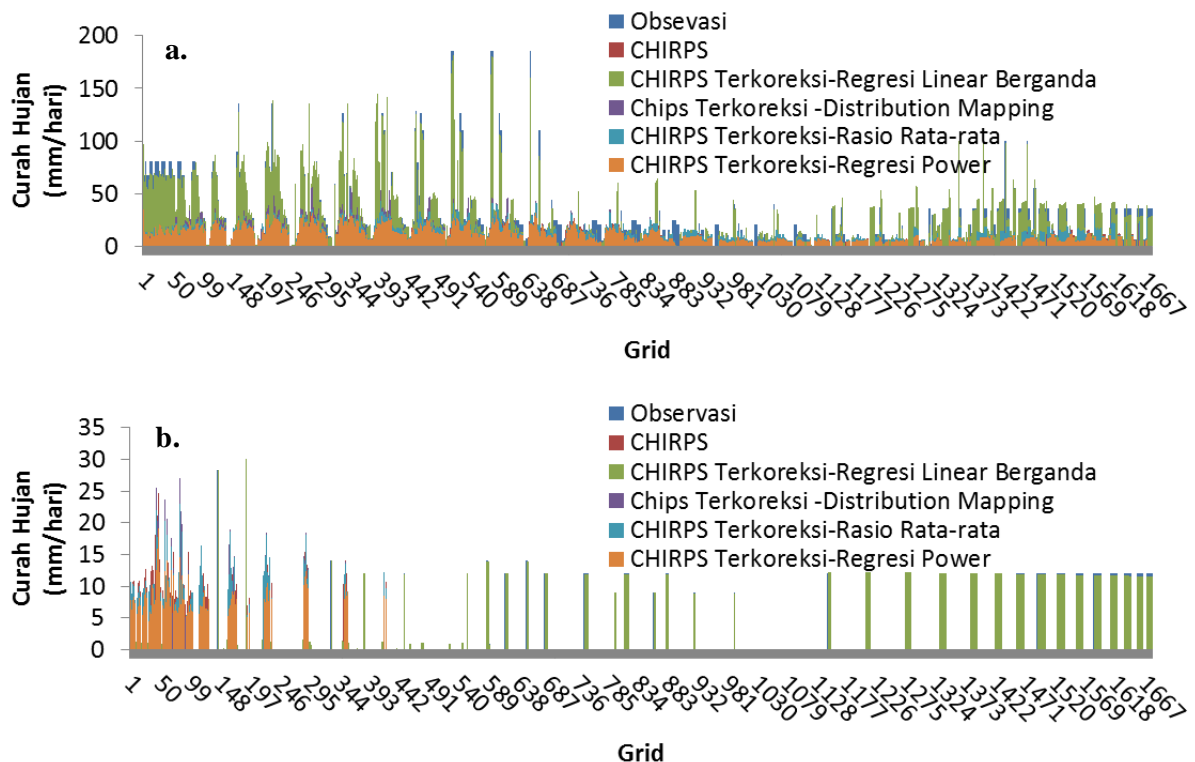
regresi power (Gambar 5f) cenderung mengikuti pola CHIRPS asli (Gambar 5b) dan tidak mampu menggambarkan curah hujan harian observasi. Sama halnya dengan hasil yang ditunjukkan oleh Gambar 5, Gambar 6 juga menunjukkan bahwa jumlah curah hujan paling mendekati observasi adalah CHIRPS terkoreksi pada metode regresi linear berganda, baik untuk musim kemarau maupun musim hujan.



Gambar 4. a). Curah hujan bulanan observasi, b). curah hujan bulanan CHIRPS, c). curah hujan bulanan CHIRPS terkoreksi pada metode regresi linear berganda, d). curah hujan bulanan CHIRPS terkoreksi pada metode *distribution mapping*, e). curah hujan bulanan CHIRPS terkoreksi bulanan pada metode rasio rata-rata dan f). curah hujan terkoreksi pada metode regresi power.



Gambar 5. Sampel curah hujan harian musim hujan (kiri) dan musim kemarau (kanan), a). Curah hujan observasi, b). Curah hujan CHIRPS, c). Curah hujan CHIRPS terkoreksi pada metode regresi linear berganda, d). Curah hujan CHIRPS terkoreksi pada metode *distribution mapping*, e). Curah hujan CHIRP terkoreksi pada metode rasio rata-rata, dan f). Curah hujan CHIRP terkoreksi pada metode regresi power.



Gambar 6. Sampel curah hujan harian musim hujan (a) dan musim kemarau (b).

Hasil analisis statistik dan analisis spasial menunjukkan bahwa metode koreksi bias regresi linear berganda memberikan hasil yang paling mendekati observasi. Hal ini terjadi karena koreksi bias memperhitungkan pengaruh lintang, bujur, dan tinggi tempat (DEM) dalam melakukan koreksi CHIRPS dan koreksinya juga dilakukan sangat detail per hari dan per grid.

Metode koreksi regresi power juga memperhitungkan pengaruh lintang, bujur, dan tinggi tempat dalam melakukan koreksi data tetapi koreksinya dilakukan dengan skala waktu bulanan yang kemudian didisagregasi ke dalam bentuk harian, sehingga menghasilkan koreksi yang kurang mendetail dan performanya kurang baik. Koreksi bias dengan metode *distribution mapping* dan ratio rata-rata juga dilakukan secara bulanan untuk memperoleh faktor koreksi per bulan, kemudian faktor koreksi tersebut diaplikasikan ke curah hujan harian CHIRPS per bulan. Hal ini kemungkinan berpengaruh terhadap keandalannya dalam menggambarkan observasi yang lebih rendah daripada metode koreksi bias dengan menggunakan regresi linear berganda.

Hasil uji performa masing-masing metode koreksi bias curah hujan CHIRPS menyatakan bahwa metode koreksi bias regresi linear berganda memiliki kelebihan mampu mengoreksi data historis dengan sangat baik, tetapi metode ini tidak bisa diaplikasikan untuk mengoreksi data proyeksi, sedangkan kelebihan metode *distribution mapping* dan ratio rata-rata adalah memiliki faktor koreksi per bulan yang bisa diaplikasikan untuk mengoreksi data historis dan data proyeksi, tetapi performanya tidak cukup andal untuk mengoreksi data historis dengan skala waktu harian.

KESIMPULAN

Metode regresi linear berganda merupakan metode koreksi bias yang memiliki performa paling baik dalam menggambarkan curah hujan observasi dengan nilai koefisien determinasi paling tinggi dan nilai error paling rendah. Analisis spasial juga menunjukkan hasil yang sama, yaitu CHIRPS terkoreksi pada metode regresi

linear berganda memperlihatkan pola spasial yang paling mirip dengan pola spasial observasi, baik untuk skala bulanan maupun harian. Hasil koreksi menggunakan metode *distribution mapping*, ratio rata-rata, dan regresi power menunjukkan performa yang tidak jauh berbeda dari sebelum dan sesudah CHIRPS terkoreksi, dibuktikan oleh perubahan nilai koefisien determinasi dan nilai error yang tidak terlalu signifikan, baik sebelum maupun sesudah koreksi bias dilakukan. Metode koreksi bias dengan regresi power merupakan metode paling tidak sesuai dengan observasi dengan nilai error paling tinggi dan secara spasial juga menunjukkan hal yang sama. Pola spasial bulanan hasil koreksi bias menunjukkan hasil yang sesuai dengan observasi pada bulan-bulan kering untuk semua metode koreksi bias.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi Kementerian Pertanian yang telah menyediakan data curah hujan untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adler RF, Huffman GJ, Chang A, Ferraro R, Xie P, Janowiak J, Ruolf B, Schneider U, Curtis S, David B, Gruber A, Susskind J, Arkin P, Nelkin EJ. 2003. The version-2 Global Precipitation Climatology Project (GPCP) monthly precipitation analysis (1979–present). *J. Hydrometeorol.* 4, 1147–1167.
- Beck C, Grieser J, Rudolf B. 2004. A new monthly precipitation climatology for the global land areas for the period 1951 to 2000. *German Weather Service Climate Status Rep.*, Offenbach, Germany, pp. 181–190.
- Funk C, Peterson P, Landsfeld M, Pedreros D, Verdin J, Shukla S, Husak G, Rowland J, Harrison L, Hoell A, Michaelsen J. 2015a. The climate hazards infrared precipitation with station - a new environmental record for monitoring extremes. *Earth Syst. Sci. Data.* 2:150066

- Funk C, Peterson P, Landsfeld M, Pedreros D, Verdin J, Shukla S, Husak G, Rowland J, Harrison L, Hoell A, Michaelson J. 2015b. Climate Hazards Group.
- Huffman GJ, Adler RF, Bolvin DT, Gu G, Nelkin EJ, Bowman KP, Hong Y, Stocker EF, Wolff DB. 2007. The TRMM multi-satellite precipitation analysis: quasi-global, multi-year, combined-sensor precipitation estimates at fine scale. *J. Hydrometeorol.* 8, 38–55.
- Jadmiko SD, Murdiyarso D, Faqih A. 2017. Koreksi bias luaran model iklim regional untuk analisis kekeringan. *Jurnal Tanah dan Iklim.* Vol.14 No.1.
- Katsanos D, Retalis A, Michaelies S. 2015. Validation of high-resolution precipitation database (CHIRPS) over Cyprus for a 30-year period. *Atmos. Res* (2015).
- Lenderink G, Buishand A dan Deusen WV. 2007. Estimate of future discharges of the river Rhine using two scenarios methodologies: direct versus delta approach. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 11 (3). 1145-1159.
- Listiani CL, Pawitan H. 2017. Prediksi curah hujan deras berpotensi banjir berdasarkan model indeks MJO di wilayah Jawa Barat. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Mamenun, Pawitan H, Sophaheluwakan, A. 2014. Validasi dan koreksi data satelit trmm pada tiga pola hujan di indonesia. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika* vol. 15 no. 1 tahun 2014 : 13-23.
- New M, Hulme M, Jones P. 1999. Representing twentieth century spacetime climate variability. Part I: Development of a 1961–90 mean monthly terrestrial climatology. *J. Climate* 12, 829–856.
- New M, Hulme M, Jones P. 2000. Representing twentieth century spacetime climate variability. Part II: Development of 1901–96 monthly grids of terrestrial surface climate. *J. Climate* 13, 2217–2238.
- Ninyerola M, Pons X, Roure JM. 2000. A methodological approach of climatological modelling of air temperature and precipitation through GIS techniques. *Int. J. Climatol.* 20: 1823–1841.
- Piani C, Haerter JO, Coppola E. 2009. Statistical bias correction for daily precipitation in regional climate models over Europe. *Theor Appl Climatol.* 99: 187–192.
- Shrestha NK, Qamer FM, Pedreros D, Murthy MSR, Wahid SM, Shrestha M. 2017. Evaluating the accuracy of Climate Hazard Group (CHG) satellite rainfall estimates for precipitation based drought monitoring in Koshi basin, Nepal
- Su F, Hong Y, Lettenmaier DP. (2008). Evaluation of Multi-satellite Precipitation Analysis (TMPA) and Its Utility in Hydrologic Prediction in the La Plata Basin. *Journal of Hydrometeorology*, 9, 622-640.
- Tapiador JT, Turk FJ, Petersen W, Hou AY, García-Ortega E, Machado LAT, Angelis CF, Salio P, Kidd C, Huffman GJ, Castro MD. 2012. Global precipitation measurement: methods, dataset and application. *Atmos.Res.* 104-105, 70-97.
- Tapiador JT, Navarro A, Levizzani V, Garcia-Ortega E, Huffman GJ, Kidd C, Kucera PA, Kummerow CD, Masunaga H, Petersen WA, Roca R, Sanchez JL, Tao WK, Turk FJ. 2017. Global precipitation measurements for validating climate models. *Atmos.Res.* 197, 1-20.
- Trejo FJP, Barbosa HA, Penaloza-Murillo MA, Moreno MA, Farias A. 2016. Intercomparison of improved satellite rainfall estimation with CHIRPS gridded product and rain gauge data over Venezuela.
- Trejo FJP, Barbosa HA, Kumar TVL. 2017. Validating CHIRPS-based satellite precipitation estimates in Northeast Brazil. *Arid.Env.* 139, 26-40.