

EVALUASI LUARAN MODEL S2S (SUBSEASONAL TO SEASONAL) ECMWF DALAM MENANGKAP VARIABILITAS HUJAN EKSTREM DI SUMATERA BARAT

EVALUATION OF ECMWF S2S (SEASONAL TO SEASONAL) MODEL OUTPUT IN CAPTURING VARIABILITY OF EXTREME RAINFALL IN WEST SUMATERA

Charisma Ivana Almira Reyhan^{1*}, Rizky Armei Syaputra²

^{1,2}Stasiun Klimatologi Sumatera Barat, Jl. Raya Padang – Bukittinggi KM.51, Padang Pariaman

*E-mail: charisma.reyhan@bmkkg.go.id

Naskah masuk: 5 September 2023 Naskah diperbaiki: 13 Oktober 2023 Naskah diterima: 9 Desember 2023

ABSTRAK

Kejadian hujan ekstrem memberikan tantangan mengenai pengelolaan sumber daya air, pencegahan banjir, dan kesiapsiagaan bencana. Prediksi hujan yang akurat menjadi salah satu penyumbang untuk mengurangi dampak dari kejadian ekstrem. Beberapa tahun terakhir, prediksi pada skala waktu yang diperpanjang atau *subseasonal to seasonal* (S2S) dikembangkan untuk mengisi celah antara prediksi cuaca jangka pendek dan perkiraan musiman jangka panjang. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kinerja model S2S dalam memprediksi kejadian curah hujan ekstrem dengan indeks ekstrem R95p, R99p, PRCPTOT, dan Rx1day. Data yang digunakan yaitu data model S2S ECMWF dan data observasi yang diuji pada Stasiun Klimatologi Sumatera Barat dan Stasiun Meteorologi Minangkabau selama periode tahun 2017-2022. Data model S2S ECMWF dikoreksi dengan metode *Distribution Mapping*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai korelasi curah hujan harian terkoreksi di Stasiun Klimatologi Sumatera Barat berkisar antara 0.16 hingga 0.47 sementara di Stasiun Meteorologi Minangkabau berkisar antara 0.24 hingga 0.41. Nilai korelasi ini mengindikasikan hubungan linear antara data hujan harian yang diprediksi dengan model S2S ECMWF dan data hujan observasi di kedua stasiun. Korelasi data harian di Stasiun Meteorologi Minangkabau menunjukkan bahwa model S2S memiliki kemampuan yang lebih baik dalam memprediksi curah hujan harian dibandingkan Stasiun Klimatologi Sumatera Barat. Data hujan bulanan terkoreksi menunjukkan nilai korelasi

antara 0.05 hingga 0.86 untuk Stasiun Klimatologi Sumatera Barat dan 0.27 hingga 0.62, untuk Stasiun Meteorologi Minangkabau. Nilai korelasi positif menunjukkan ada hubungan yang signifikan antara pola hujan bulanan yang diprediksi oleh model S2S dengan data yang diamati di kedua stasiun. Nilai RMSE pada Stasiun Klimatologi Sumatera Barat lebih kecil, dengan RMSE hujan harian 21.45 hingga 40.06 dan RMSE hujan Bulanan 365.27 hingga 783.22, dibandingkan nilai RMSE pada Stasiun Meteorologi Minangkabau, RMSE hujan harian 26.00 hingga 44.01 dan RMSE hujan bulanan 374.07 hingga 786.48. Indeks ekstrem yang dihitung menunjukkan nilai underestimate untuk indeks R95p, R99p, dan nilai yang overestimate untuk indeks PRCPTOT, dan Rx1day.

Kata kunci: Hujan Ekstrem, Subseasonal To Seasonal (S2S), Prediksi Iklim, Sumatera Barat

ABSTRACT

Extreme rain events pose challenges regarding disaster preparedness. Accurate rain prediction is one of the contributions to reducing the impact of extreme events. Predictions on subseasonal to seasonal (S2S) have been developed to fill the gap between short-term weather predictions and long-term seasonal forecasts. This study aims to assess the performance of the S2S model in predicting extreme rainfall events with extreme indices R95p, R99p, PRCPTOT, and Rx1day. The data used are the S2S ECMWF data and observational data that were tested at the Stasiun Klimatologi Sumatera Barat and

Stasiun Meteorologi Minangkabau during 2017-2022 period. Bias correction of S2S ECMWF data is corrected using the Distribution Mapping method. The research results show that the corrected daily rainfall correlation value at Stasiun Klimatologi Sumatera Barat ranges from 0.16 to 0.47 while at Stasiun Meteorologi Minangkabau it ranges from 0.24 to 0.41. This correlation value indicates a linear relationship between daily rainfall data predicted by the ECMWF S2S model and observed rainfall data at both stations. Daily data correlation at Stasiun Meteorologi Minangkabau shows that the S2S model has better ability in predicting daily rainfall compared to Stasiun Klimatologi Sumatera Barat. Corrected monthly rainfall data shows correlation values between 0.05 to 0.86 for Stasiun Klimatologi Sumatera Barat and 0.27 to 0.62 for Stasiun Meteorologi Minangkabau. Positive correlation values indicate there is a significant relationship between the monthly rainfall patterns predicted by the S2S model and the data observed at both stations. The RMSE value at Stasiun Klimatologi Sumatera Barat is smaller, with daily rainfall RMSE 21.45 to 40.06 and monthly rainfall RMSE 365.27 to 783.22, compared to the RMSE value at Stasiun Meteorologi Minangkabau, daily rainfall RMSE 26.00 to 44.01 and monthly rainfall RMSE 374.07 to 786.48. The calculated extreme indices show underestimated values for the R95p, R99p indices, and overestimated values for the PRCPTOT and Rx1day indices.

Keywords: Extreme Rainfall, Subseasonal To Seasonal (S2S), Climate Prediction, West Sumatera

1. Pendahuluan

Hujan ekstrem merupakan salah satu penyebab terjadinya bencana hidrometeorologi seperti banjir dan longsor. Kejadian hujan ekstrem memberikan tantangan mengenai pengelolaan sumber daya air, pencegahan banjir, dan kesiapsiagaan bencana. Sumatera Barat Padang memiliki pola hujan ekuatorial, dengan dua puncak hujan setiap tahun dimana beberapa kondisi tersebut dapat menyebabkan hujan ekstrem [1]. Prediksi hujan yang akurat menjadi salah satu penyumbang untuk mengurangi dampak dari kejadian ekstrem serta berguna untuk memastikan strategi respon yang efektif. Beberapa tahun terakhir, prediksi pada skala waktu yang diperpanjang atau *subseasonal to seasonal* (S2S) dikembangkan untuk mengisi celah antara prediksi cuaca jangka pendek dan perkiraan

musiman jangka panjang. Nilai prediksi S2S yang relevan dengan nilai observasi, serta peluang dan tantangan pada penerapannya menghadirkan peluang baru yang signifikan yang dapat dieksplorasi untuk kemampuan banyak sektor sebagai peluang untuk merencanakan secara sistematis strategi respon yang dihadapi [2].

Prakiraan S2S berpotensi memperluas cakupan prakiraan banjir dan meningkatkan keterampilan pemodelan prediksi hidrologi. Meskipun prakiraan S2S tidak seakurat prakiraan jangka pendek, peringatan dini terhadap kondisi yang dapat mengakibatkan banjir besar atau sering terjadi dalam 2–4 minggu ke depan (atau lebih) dapat memungkinkan layanan darurat untuk merencanakan dan bersiap menghadapi dampak banjir dengan lebih baik [3]. Skala waktu submusim-ke-musim (S2S) ini relevan dengan keberhasilan perencanaan dan persiapan di berbagai sektor, termasuk kesehatan masyarakat, kesiapsiagaan bencana, pengelolaan air, energi, dan pertanian. Menjembatani “kesenjangan” prediksi antara prakiraan cuaca dan iklim, prediksi S2S adalah bidang penelitian aktif yang bertujuan untuk mengatasi tingginya permintaan masyarakat akan prakiraan yang terampil dalam skala waktu ini (Lang, Pegion, & Barnes, 2020).

Keterampilan prediksi S2S tidak hanya bergantung pada kondisi inisialisasi dan SST, tetapi juga mode sirkulasi berskala besar dalam sistem iklim, seperti *El Niño–Southern Oscillation* (ENSO), *Madden Julian Oscillation* (MJO), *Indian Ocean Dipole* (IOD) dan Osilasi Atlantik Utara, serta pengaruhnya terhadap fenomena cuaca tertentu termasuk peristiwa ekstrem. Prakiraan S2S memiliki potensi untuk memprediksi permulaan, evolusi, dan pelemahan beberapa peristiwa ekstrem berskala besar beberapa minggu ke depan seperti prediksi suhu ekstrem serta prediksi hujan ekstrem yang berkaitan dengan siklon tropis, ENSO dan MJO (de Andrade, Coelho, & Cavalcanti, 2019; Vitart & Robertson, 2018; Vivi, Hidayat, Faqih, & Alfahmi, 2021).

Prakiraan S2S tentang kejadian ekstrem dapat diintegrasikan antara prakiraan musiman dan rentang menengah, dengan memberikan peringatan dini tentang peristiwa ekstrem beberapa minggu sebelumnya. Prediktabilitas S2S ditemukan secara sistematis lebih rendah

di daratan dibandingkan lautan, biasanya mencapai hujan dan menurun pada puncak musim hujan. Di sebagian besar wilayah Asia Selatan dan Tenggara, skala spasial sangat termodulasi oleh osilasi intramusiman, sehingga meningkatkan prediktabilitas curah hujan S2S, sementara hal ini diimbangi oleh intensitas curah hujan rata-rata harian yang besar sehingga meningkatkan *noise*. Akibatnya, keterampilan curah hujan S2S di sini secara umum masih rendah (Moron & Robertson, 2021a). Prakiraan S2S juga dapat digunakan untuk menyelidiki penyebab beberapa peristiwa ekstrem yang berkaitan dengan variabilitas hujan. Prediksi S2S mewakili peluang yang signifikan untuk menghasilkan aplikasi prakiraan yang berguna, dapat digunakan, dan dapat ditindaklanjuti untuk dan bersama pengguna yang akan semakin membuka potensi skala waktu perkiraan ini (Christopher J. White et al., 2022).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menilai kinerja model S2S dalam memprediksi kejadian curah hujan ekstrem yang dijelaskan melalui indeks curah hujan ekstrem R95p, R99p, PRCPTOT, dan Rx1day. Kami memeriksa kemampuan data model S2S dalam menangkap kejadian hujan ekstrem selama periode tahun 2017-2022. Data model yang digunakan yaitu curah hujan Subseasonal to Seasonal (S2S) dari model ECMWF yang dikoreksi dengan metode Distribution Mapping. Untuk mencapai hal ini, kami menggunakan data curah hujan observasi selama tahun 1991-2020 dari Stasiun Klimatologi Sumatera Barat dan Stasiun Meteorologi untuk mencari nilai ambang batas persentil 95 dan persentil 99. Indeks PRCPTOT menjelaskan jumlah curah hujan tahunan selama periode 2017-2022. Indeks Rx1day menjelaskan tentang jumlah curah hujan harian maksimum selama satu tahun selama periode 2017-2022. Selanjutnya, dilakukan perhitungan verifikasi dan validasi untuk mengetahui hubungan dan tingkat keakuratan model prediksi terhadap data observasi.

2. Metode Penelitian Data

Data model S2S ECWMF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*) yang digunakan mulai dari tahun 2017-2022. Data hujan harian ECMWF terdiri dari 51 member yang kemudian dihitung nilai ensemble model. Data curah hujan harian didapatkan dari 2 lokasi pengamatan yaitu Stasiun Meteorologi Minangkabau dan Stasiun Klimatologi Sumatera Barat. Data hujan harian tahun 2017-2022 digunakan untuk mengevaluasi luaran data model, sedangkan data hujan harian tahun 1991-2020 digunakan untuk menentukan nilai ambang batas persentil 95 dan 99.

Koreksi Bias *Distribution Mapping*

Pertama, data luaran model S2S dikoreksi menggunakan metode *Distribution Mapping* (Piani, Haerter, & Coppola, 2010). Metode *distribution mapping* mengasumsikan bahwa sebaran curah hujan memiliki distribusi gamma pada variabel acak positif menggunakan parameter bentuk (α) dan parameter skala (β). Bentuk distribusi peluang curah hujan pada dasarnya mengikuti distribusi gamma sebagai bentuk distribusi yang cocok untuk kajian klimatologi curah hujan (Nur, Hidayat, Latifah, & Misnawati, 2021). Oleh karena itu, fungsi kepadatan peluang (*Probability Density Function/pdf*) curah hujan observasi dan curah hujan model dihitung sebagai berikut:

$$pdf(x) = \frac{e^{-\frac{x}{\theta}} e^{(k-1)\frac{x}{\theta}}}{\Gamma(k)\theta^k} \quad (1)$$

Keterangan:

x=curah hujan harian rata-rata (mm)
k=parameter bentuk sebaran gamma
 θ = parameter skala sebaran gamma
 Γ = fungsi gamma

Kemudian, dibuat hubungan fungsi transfer distribusi kumulatif gamma (*Inverse Gamma Cumulative Distribution Functions (CDFs)*) dengan persamaan berikut:

$$cdf(x) = \int_0^x \frac{e^{-\frac{x'}{\theta}} x'^{(k-1)}}{\Gamma(k)\theta^k} dx' + cdf(0) \quad (2)$$

Langkah selanjutnya yaitu menentukan fungsi transfer distribusi kumulatif gamma antara data curah hujan observasi dan data curah hujan model. Fungsi transfer, $y = f(x)$, dapat berupa persamaan regresi polinomial. Faktor koreksi yang didapat dari fungsi transfer digunakan untuk mengoreksi data model dimana x adalah curah hujan harian model yang belum terkoreksi.

Evaluasi Data Model

Verifikasi adalah proses untuk menguji kinerja model dengan menggunakan data observasi di Stasiun Klimatologi Sumatera Barat dan Stasiun Meteorologi Minangkabau. Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan nilai koefisien korelasi pearson untuk menunjukkan hubungan antara data model dengan data observasi yang dihitung dengan persamaan regresi (Nuramalia & Lasminto, 2022).

Tabel 1. Kriteria Nilai Koefisien Korelasi.

Interval Nilai (+/-)	Interpretasi
0 - 0.19	Sangat Rendah
0.20 - 0.39	Rendah
0.40 - 0.59	Sedang
0.60 - 0.79	Kuat
0.8 - 1	Sangat Kuat

Sumber: (Nuramalia dan Lasminto, 2022)

Tabel 1 menunjukkan nilai korelasi maksimum adalah +1, yang menunjukkan korelasi sempurna positif, artinya ketika satu variabel naik, variabel lainnya juga naik secara proporsional. Sebaliknya, nilai korelasi minimum adalah -1, yang menunjukkan korelasi sempurna negatif, artinya ketika satu variabel naik, variabel lainnya turun secara proporsional. Nilai korelasi 0 menunjukkan tidak adanya korelasi.

Validasi merupakan proses evaluasi terhadap data model untuk mengetahui nilai ketidakpastian data model (Nuramalia & Lasminto, 2022). Pada tahap ini perhitungan galat dihitung dengan RMSE pada persamaan (3). Nilai RMSE menyatakan nilai galat secara relatif terhadap skala variabel yang diukur, sehingga dapat memudahkan interpretasi galat daripada MSE atau MAE (Vebriana, 2022). RMSE memberikan bobot lebih besar pada kesalahan yang lebih besar sehingga RMSE mampu menangkap dan menunjukkan dampak dari kesalahan yang lebih besar secara lebih kuat.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{obs,i} - X_{model,i})^2}{n}} \quad (3)$$

Indeks Ekstrem

Indeks iklim ekstrem yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 4 indeks dari Indeks ETCCDI *Expert Team on Climate Change Detection and Indices* (ETCCDI) untuk mendefinisikan curah hujan ekstrem (Karl, Nicholls, & Ghazi, 1999; Peterson et al., 2001). Indeks ini dihitung berdasarkan data curah

hujan observasi dan curah hujan model. Keempat indeks diuraikan sebagai berikut:

1. R95p (*Heavy Rain Days*)

Jumlah total curah hujan tahunan melebihi ambang batas persentil 95 dalam satuan mm. Perhitungan R95p disajikan pada Persamaan (4).

$$R95_{pj} = \sum_{w=1}^W RR_{wj} \text{ dimana } R95_{pj} > RR_{wn}95 \quad (4)$$

2. R99p (*Very Heavy Rain Days*)

Jumlah total curah hujan tahunan melebihi ambang batas persentil 95 dalam satuan mm. Perhitungan R99p disajikan pada Persamaan (5).

$$R99_{pj} = \sum_{w=1}^W RR_{wj} \text{ dimana } R99_{pj} > RR_{wn}99 \quad (5)$$

3. PRCPTOT

Jumlah total curah hujan tahunan dengan curah hujan lebih atau sama dengan 1 mm. Perhitungan PRCPTOT disajikan pada Persamaan (6).

$$PRCPTOT_j = \sum_{i=1}^I RR_{ij} \quad (6)$$

4. Rx1day

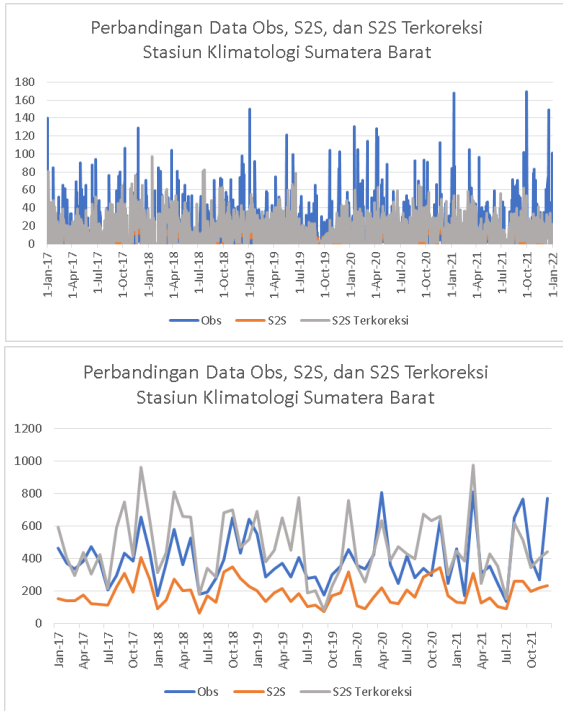
Jumlah hujan harian maksimum dalam 1 tahun (mm).

$$Rx1day_j = \max(RR_{ij}) \quad (7)$$

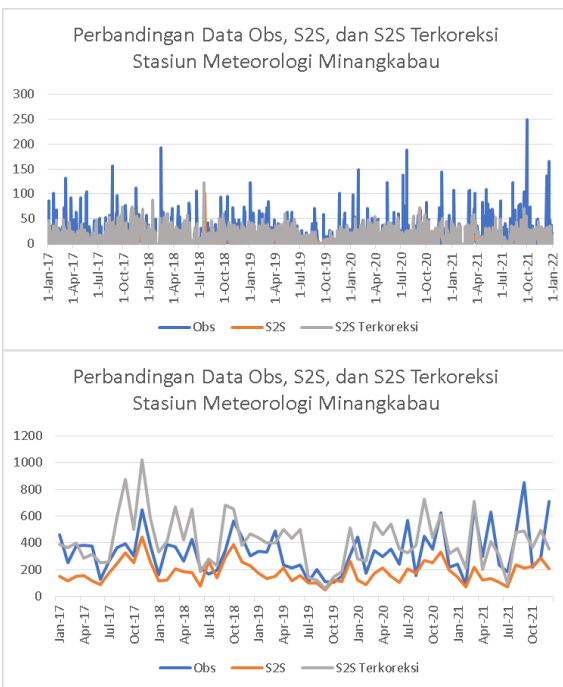
3. Hasil dan Pembahasan

Koreksi Bias Metode *Distribution Mapping*

Perhitungan koreksi bias dengan metode *distribution mapping* menghasilkan 12 faktor koreksi untuk setiap bulannya. Faktor koreksi digunakan untuk mengoreksi data model sehingga didapatkan data model S2S yang sudah terkoreksi. Setelah didapatkan hasil koreksi curah hujan harian, data disusun kembali untuk melihat perbandingan data hujan terkoreksi dan data observasi. Gambar 1 menunjukkan perbandingan data curah hujan observasi dan data model S2S yang sudah dikoreksi di Stasiun Klimatologi Sumatera Barat. Pada skala harian, data observasi memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan data model. Data model belum mampu menangkap variasi nilai curah hujan yang lebih tinggi. Pada curah hujan bulanan, data model terkoreksi memiliki nilai yang lebih tinggi meskipun jika dilihat dari polanya terdapat kemiripan antara data model terkoreksi dengan data observasi. Data yang belum terkoreksi menunjukkan nilai yang rendah dibandingkan dengan data observasi.



Gambar 1. Perbandingan Curah Hujan Observasi, S2S, dan S2S Terkoreksi di Stasiun Klimatologi Sumatera Barat. a) Harian b) Bulanan Sumber: Data dan Grafik diolah



Gambar 2. Perbandingan Curah Hujan Observasi, S2S, dan S2S Terkoreksi di Stasiun Klimatologi Sumatera Barat. a) Harian b) Bulanan Sumber: Data dan Grafik diolah

Perbandingan data curah hujan observasi dengan data model S2S di Stasiun Meteorologi Minangkabau ditunjukkan oleh Gambar 2. Data hujan harian menunjukkan bahwa nilai observasi lebih tinggi daripada nilai curah hujan yang terkoreksi. Data model yang terkoreksi tidak menangkap variasi curah hujan yang tinggi. Curah hujan bulanan menunjukkan pola yang cukup mirip dengan data observasi meskipun pada beberapa bulan memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan data observasi. Curah hujan yang belum terkoreksi memiliki pola yang juga cukup mirip dengan data observasi meskipun jika dilihat dari nilainya lebih rendah dibandingkan data observasi.

Tabel 2. Nilai Korelasi dan RMSE Stasiun Klimatologi Sumatera Barat Sumber: Data diolah

Bulan	Curah Hujan	Korelasi		RMSE	
		Harian	Bulanan	Harian	Bulanan
Januari	Tidak Terkoreksi	0.46	0.87	32.26	449.95
	Distribution Mapping	0.42	0.70	39.20	639.34
Februari	Tidak Terkoreksi	0.47	0.11	23.06	334.11
	Distribution Mapping	0.41	0.08	28.48	468.84
Maret	Tidak Terkoreksi	0.41	0.84	29.57	552.51
	Distribution Mapping	0.34	0.86	36.49	783.22
April	Tidak Terkoreksi	0.38	0.54	28.39	490.89
	Distribution Mapping	0.31	0.47	34.64	680.77
Mei	Tidak Terkoreksi	0.46	0.81	23.00	402.63
	Distribution Mapping	0.38	0.75	28.68	566.19
Juni	Tidak Terkoreksi	0.40	0.05	25.35	407.66
	Distribution Mapping	0.33	-0.13	32.45	589.57
Juli	Tidak Terkoreksi	0.44	0.69	17.71	286.44
	Distribution Mapping	0.40	0.71	21.45	365.27
Agustus	Tidak Terkoreksi	0.52	0.72	23.40	420.76
	Distribution Mapping	0.47	0.60	28.84	571.85
September	Tidak Terkoreksi	0.28	0.80	34.46	405.55
	Distribution Mapping	0.16	0.65	40.06	553.06
Oktober	Tidak Terkoreksi	0.42	0.56	27.50	500.77
	Distribution Mapping	0.35	0.50	32.27	642.21
November	Tidak Terkoreksi	0.39	0.77	31.00	598.47
	Distribution Mapping	0.31	0.62	36.92	779.12
Desember	Tidak Terkoreksi	0.43	0.24	28.73	571.50
	Distribution Mapping	0.35	0.16	34.83	746.13

Faktor koreksi bulanan juga dihitung untuk memeriksa korelasi dan error bulanan. Tabel 2 menunjukkan nilai korelasi curah hujan harian dan bulanan di Stasiun Klimatologi Sumatera Barat. Nilai curah hujan harian terkoreksi cenderung memiliki nilai korelasi yang kecil rendah dibanding curah hujan yang tidak terkoreksi. Korelasi curah hujan terkoreksi berada pada kategori sangat rendah hingga sedang. Bulan September memiliki nilai korelasi harian yang paling kecil dengan kategori sangat rendah (0.16). Sementara bulan Agustus memiliki nilai korelasi harian paling tinggi diantara bulan lainnya dengan kriteria sedang (0.47). Secara umum, data hujan bulanan memiliki kecenderungan nilai korelasi yang lebih tinggi dibandingkan data harian. Nilai korelasi data bulanan bervariasi pada kategori sangat rendah hingga sangat kuat. Bulan Maret memiliki korelasi bulanan sangat kuat untuk data terkoreksi maupun tidak terkoreksi dengan korelasi lebih dari 0.80. Korelasi paling kecil yaitu bulan Februari Juni Desember yang memiliki nilai korelasi kurang dari 0.25 dengan kategori sangat rendah hingga rendah. Bulan Juni memiliki korelasi yang negatif yang menunjukkan bahwa data model terkoreksi hubungan yang berlawanan dengan data observasi. Nilai RMSE pada data harian yang belum terkoreksi berkisar antara 17.71 hingga 34.46 sementara data terkoreksi memiliki nilai RMSE lebih tinggi yaitu 21.45 hingga 40.06. Nilai RMSE pada data bulanan yang belum terkoreksi berkisar antara 286.44 hingga 598.47 sementara data terkoreksi memiliki nilai RMSE lebih tinggi yaitu 365.27 hingga 783.22.

Tabel 3 menunjukkan nilai korelasi curah hujan harian dan bulanan di Stasiun Meteorologi Minangkabau. Nilai curah hujan harian terkoreksi cenderung memiliki nilai korelasi yang kecil rendah dibanding curah hujan yang tidak terkoreksi. Korelasi curah hujan terkoreksi berada pada kategori sangat rendah hingga sedang. Bulan September memiliki nilai korelasi harian yang paling kecil dengan kategori sangat rendah dengan nilai kurang dari 0.30. Sementara bulan Mei memiliki nilai korelasi harian paling tinggi diantara bulan lainnya dengan kriteria sedang (0.41). Secara umum, data hujan bulanan memiliki kecenderungan nilai korelasi yang lebih tinggi dibandingkan data harian. Nilai korelasi data bulanan bervariasi pada kategori negatif sangat rendah hingga negatif sangat kuat dan positif sangat rendah hingga sangat kuat. Bulan April Juni dan Desember memiliki korelasi negatif yang menunjukkan bahwa data model memiliki pola yang berkebalikan dengan data observasi. Bulan September dan November memiliki

korelasi bulanan yang kuat dengan nilai lebih dari 0.60. Pada bulan Januari dan Juli nilai korelasi bulanan setelah data dikoreksi memiliki nilai yang lebih baik dibandingkan dengan data yang belum dikoreksi. Nilai RMSE pada data S2S harian yang belum dikoreksi berkisar antara 21.47 hingga 37.19 sementara nilai RMSE pada data terkoreksi berkisar antara 26.00 hingga 44.01. Nilai RMSE pada data S2S bulanan yang belum dikoreksi berkisar antara 299.84 hingga 609.93 sementara nilai RMSE pada data terkoreksi berkisar antara 374.07 hingga 786.48.

Tabel 3. Nilai Korelasi dan RMSE Stasiun Meteorologi Minangkabau. Sumber: Data diolah

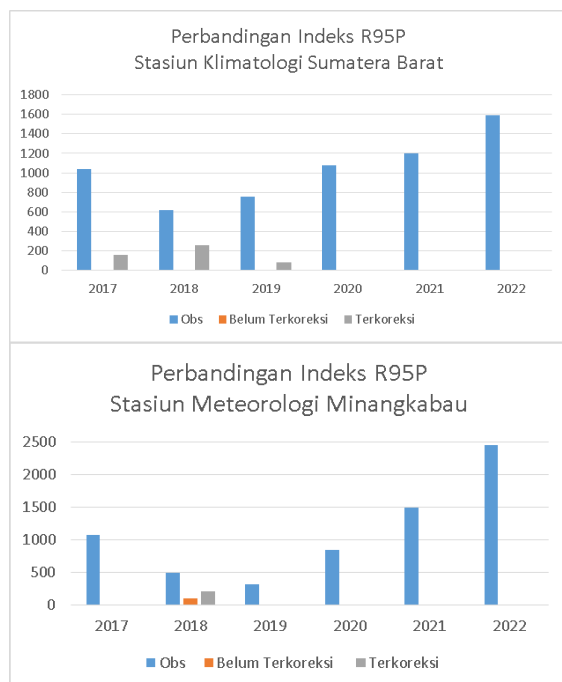
Bulan	Curah Hujan	Korelasi		RMSE	
		Harian	Bulanan	Harian	Bulanan
Januari	Tidak Terkoreksi	0.44	0.33	25.14	354.04
	Distribution Mapping	0.38	0.35	30.03	471.63
Februari	Tidak Terkoreksi	0.43	0.57	27.94	315.94
	Distribution Mapping	0.39	0.32	32.83	435.76
Maret	Tidak Terkoreksi	0.41	0.42	29.88	487.12
	Distribution Mapping	0.32	0.35	36.70	689.91
April	Tidak Terkoreksi	0.35	-0.57	22.05	350.30
	Distribution Mapping	0.26	-0.65	26.00	472.06
Mei	Tidak Terkoreksi	0.47	0.48	26.82	418.63
	Distribution Mapping	0.41	0.33	33.28	597.37
Juni	Tidak Terkoreksi	0.37	-0.07	21.47	299.84
	Distribution Mapping	0.28	-0.45	26.69	418.79
Juli	Tidak Terkoreksi	0.21	0.27	25.79	344.68
	Distribution Mapping	0.29	0.53	26.93	374.07
Agustus	Tidak Terkoreksi	0.38	0.53	27.23	381.69
	Distribution Mapping	0.30	0.35	31.37	503.48
September	Tidak Terkoreksi	0.34	0.76	37.19	402.35
	Distribution Mapping	0.24	0.60	44.01	585.26
Oktober	Tidak Terkoreksi	0.38	0.81	27.29	498.20
	Distribution Mapping	0.28	0.56	31.11	607.94
November	Tidak Terkoreksi	0.39	0.80	32.64	609.93
	Distribution Mapping	0.32	0.62	38.33	786.48
Desember	Tidak Terkoreksi	0.40	-0.13	26.71	477.71
	Distribution Mapping	0.31	-0.20	31.32	598.26

Pada kedua stasiun yang diamati, terdapat variasi nilai korelasi yang mengindikasikan bahwa pada skala waktu yang berbeda, keterampilan model S2S ECMWF memiliki tingkat hubungan yang bervariasi. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor lain seperti pengaruh intraseasonal atau intensitas hujan harian yang besar sehingga mempengaruhi prediktabilitas

curah hujan S2S. Wilayah daratan seperti di sekitar Benua Maritim menunjukkan skala dan keterampilan spasial yang lebih besar, terutama di wilayah dengan amplitudo relatif variasi antar tahunan yang disebabkan oleh SPL yang kuat (Moron & Robertson, 2021b)

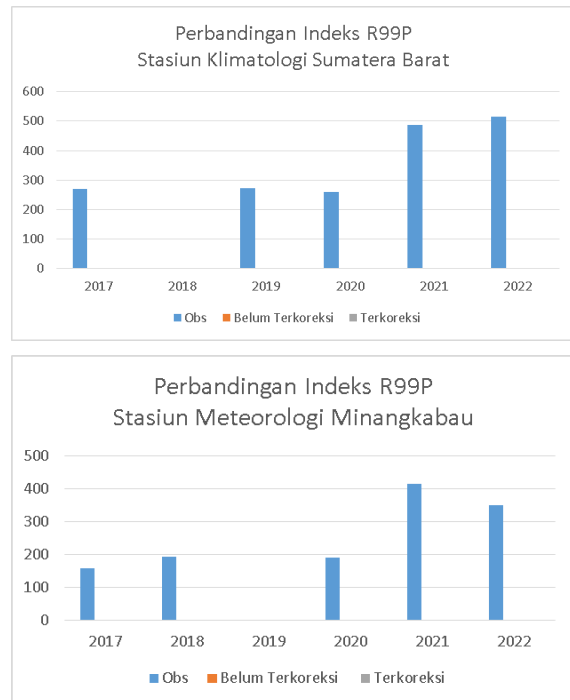
Indeks Iklim Ekstrem

Gambar 3 menunjukkan perbandingan Indeks R95p terhadap data observasi, data model yang belum terkoreksi dan data model yang sudah terkoreksi. Indeks R95p yang dihitung di Stasiun Meteorologi Minangkabau untuk data model terkoreksi menunjukkan nilai *underestimate* atau nilai yang lebih rendah dibandingkan nilai observasi. Pada 4 tahun periode yang diuji tidak mencatat adanya curah hujan yang melebihi ambang batas persentil 95. Indeks R95p di Stasiun Klimatologi Sumatera Barat menunjukkan nilai *underestimate*. Pada 3 tahun terakhir bahkan tidak tercatat curah hujan yang melebihi ambang batas persentil 95.



Gambar 3. Perbandingan Indeks R95p 2017-2022
Sumber: Data dan Grafik diolah

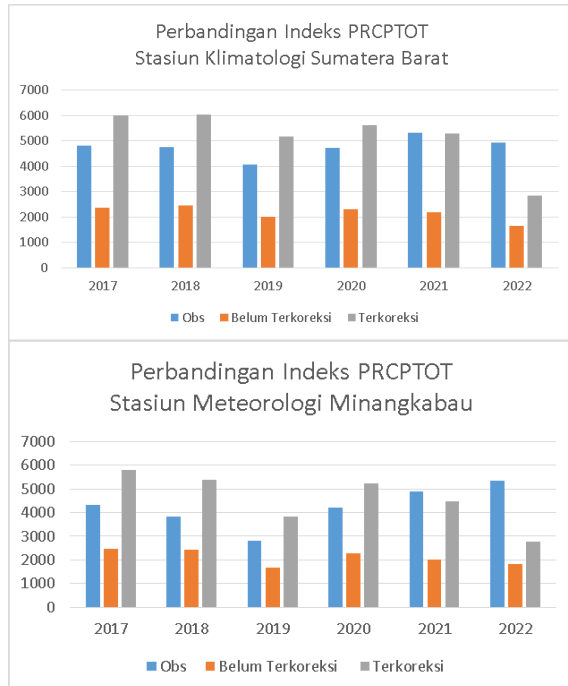
Ambang batas yang dinilai lebih ekstrem, R99P, pada Gambar 4 menunjukkan bahwa data model S2S pada kedua lokasi pengamatan baik yang terkoreksi maupun yang belum dikoreksi tidak dapat menangkap curah hujan yang melebihi ambang batas persentil 99.



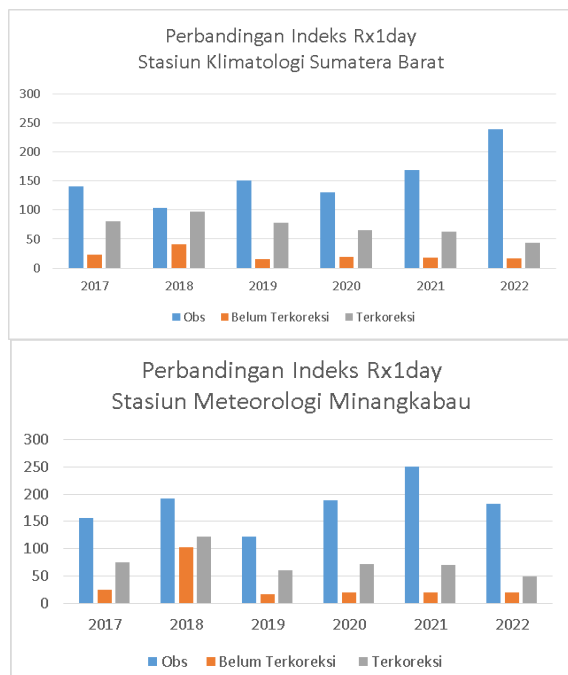
Gambar 4. Perbandingan Indeks R99p 2017-2022
Sumber: Data dan Grafik diolah

Indeks PRCPTOT yang diihitung untuk data model terkoreksi pada Gambar 5 menunjukkan nilai yang cenderung *overestimate* atau melebihi nilai observasi. Stasiun Meteorologi Minangkabau pada 2 tahun terakhir menunjukkan nilai yang *undersetimate*. Data model yang belum terkoreksi menunjukkan nilai yang konsisten *underestimate* dibandingkan dengan nilai observasi. Sementara untuk Stasiun Klimatologi Sumatera Barat pada 1 tahun terakhir menunjukkan nilai yang *undersetimate*. Data model yang belum terkoreksi menunjukkan nilai yang konsisten *underestimate* dibandingkan dengan nilai observasi.

Indeks Rx1day menjelaskan jumlah curah hujan harian maksimum dalam satu tahun. Berdasarkan Gambar 6, indeks Rx1day pada data observasi memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan data model. Data model S2S yang terkoreksi belum mampu menangkap nilai indeks Rx1day. Data S2S yang belum terkoreksi memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan data yang sudah terkoreksi.



Gambar 5. Perbandingan Indeks PRCPTOT 2017-2022
Sumber: Data dan Grafik diolah



Gambar 6. Perbandingan Indeks Rx1day 2017-2022
Sumber: Data dan Grafik diolah

4. Kesimpulan

Nilai korelasi data model terkoreksi di Stasiun Klimatologi Sumatera Barat untuk curah hujan harian berkisar antara 0.16 hingga 0.47 dan berkisar antara 0.05 hingga 0.86 untuk hujan bulanan. Nilai korelasi data model terkoreksi di

Stasiun Meteorologi Minangkabau untuk curah hujan harian berkisar antara 0.24 hingga 0.41 dan berkisar antara 0.27 hingga 0.62 untuk hujan bulanan. Data hujan bulanan yang dikoreksi dengan metode distribution mapping memiliki nilai korelasi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan curah hujan harian terkoreksi. Hal ini mungkin disebabkan oleh rentang data yang digunakan pada data bulanan lebih sedikit dibandingkan data harian. Nilai RMSE pada data yang tidak dikoreksi umumnya lebih rendah dibandingkan dengan data yang sudah dikoreksi. Nilai RMSE pada Stasiun Klimatologi Sumatera Barat lebih kecil dibandingkan Nilai RMSE pada Stasiun Meteorologi Minangkabau. Data S2S ECMWF terkoreksi belum mampu menangkap variabilitas ekstrem yang dijelaskan oleh indeks R95p, R99p, PRCPTOT, dan Rx1day dengan baik.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih diberikan sebagai penghargaan terhadap rekan-rekan di BMKG terutama di Stasiun Klimatologi Sumatera Barat yang sudah membantu menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Hadiansyah, R., Indranata, A. L., Silitonga, A. K., & Winarso, P. A. (2019). Kajian Kondisi Atmosfer Saat Kejadian Hujan Ekstrem di Padang Sumatera Barat (Studi Kasus Tanggal 14 Februari 2018). *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika Dan Aplikasinya)*, 3, 246-257.
- [2] White, Christopher J, Carlsen, H., Robertson, A. W., Klein, R. J., Lazo, J. K., Kumar, A., ... Others. (2017). Potential applications of subseasonal-to-seasonal (S2S) predictions. *Meteorological Applications*, 24, 315--325.
- [3] White, C. J., Franks, S. W., & McEvoy, D. (2015). Using subseasonal-to-seasonal (S2S) extreme rainfall forecasts for extended-range flood prediction in Australia. *IAHS-AISH Proceedings and Reports*, 370, 229-234. doi.org/10.5194/piahs-370-229-2015
- [4] Lang, A. L., Pegion, K., & Barnes, E. A. (2020). Introduction to special collection: "Bridging weather and climate: subseasonal-to-seasonal (S2S) prediction." *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 125(4).

- [5] Vitart, F., & Robertson, A. W. (2018). The sub-seasonal to seasonal prediction project (S2S) and the prediction of extreme events. *Npj Climate and Atmospheric Science*, 1(1). doi.org/10.1038/s41612-018-0013-0
- [6] Vivi, A., Hidayat, R., Faqih, A., & Alfahmi, F. (2021). Preliminary assessment for sub-seasonal to seasonal precipitation model on four specific conditions over western Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 893(1). doi.org/10.1088/1755-1315/893/1/012045
- [7] de Andrade, F. M., Coelho, C. A., & Cavalcanti, I. F. (2019). Global precipitation hindcast quality assessment of the Subseasonal to Seasonal (S2S) prediction project models. *Climate Dynamics*, 52(9–10), 5451–5475.
- [8] Moron, V., & Robertson, A. W. (2021a). Relationships between subseasonal-to-seasonal predictability and spatial scales in tropical rainfall. *International Journal of Climatology*, 41(12), 5596–5624. doi.org/10.1002/joc.7143
- [9] White, Christopher J., Domeisen, D. I. V., Acharya, N., Adefisan, E. A., Anderson, M. L., Aura, S., ... Wilson, R. G. (2022). Advances in the Application and Utility of Subseasonal-to-Seasonal Predictions. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 103(6), E1448–E1472. https://doi.org/10.1175/BAMS-D-20-0224.1
- [10] Piani, C., Haerter, J. O., & Coppola, E. (2010). Statistical bias correction for daily precipitation in regional climate models over Europe. *Theoretical and Applied Climatology*, 99(1–2), 187–192. https://doi.org/10.1007/s00704-009-0134-9
- [11] Nur, I. A., Hidayat, R., Latifah, A. L., & Misnawati. (2021). Pengaruh koreksi bias dan metode ensemble pada data curah hujan dari empat model luaran Regional Climate Model (RCM) CORDEX-SEA di Sumatera. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 11(1), 49–56. https://doi.org/10.29244/jpsl.11.1.49-56
- [12] Nuramalia, R., & Lasminto, U. (2022). Keandalan Data Curah Hujan Satelit TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) Terhadap Data Curah Hujan Stasiun Bumi pada Beberapa Sub DAS di DAS Brantas. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 20(2), 207. https://doi.org/10.12962/j2579-891x.v20i2.12015
- [13] Vebriana, E. (2022). *Pemodelan Spasial Neyesian Model Averaging Pada Angka Putus Sekolah Jenjang Sekolah Dasar di Provinsi Sumatera Utara*. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- [14] Karl, T. R., Nicholls, N., & Ghazi, A. (1999). Clivar/GCOS/WMO workshop on indices and indicators for climate extremes workshop summary. In *Weather and Climate Extremes* (pp. 3–7). Springer.
- [15] Peterson, T. C., Folland, C., Gruza, G., Hogg, W., Mokssit, A., & Plummer, N. (2001). *Report on the activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related apporteurs*. Geneva: Word Meteorological Organization.