

# Prediksi Curah Hujan Bulanan dengan *North American Multi Model Ensemble*

Defi Yusti Faidah\*

Departemen Statistika Universitas Padjadjaran, Jalan Raya Bandung Sumedang Km.21, Jatinangor 45363, Indonesia

\* Alamat Surel: [defi.yusti@unpad.ac.id](mailto:defi.yusti@unpad.ac.id)

## Abstrak

*North American Multi Model Ensemble* (NMME) sistem peramalan berpola musiman yang terdiri dari beberapa model digabungkan dari pusat pemodelan iklim di Amerika Serikat. Peramalan ensemble lebih akurat dalam meramalkan cuaca dan iklim. NMME telah terbukti dapat menghasilkan prediksi yang lebih baik diatas rata-rata daripada model tunggal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menilai kinerja prediksi curah hujan bulanan dengan menggunakan analisis RMSE dan Range Histogram. Model NMME diverifikasi terhadap curah hujan yang diamati. Hasil analisis menunjukkan adanya *overdispersive* pada nilai ramalan. Di antara lima model NMME, model model CCSM3 dan CCSM 4 memiliki kinerja yang baik pada periode November-April. Sedangkan model GFDL berkinerja baik pada periode Mei-Oktober.

## Kata kunci:

NMME, Curah Hujan, RMSE, Rank Histogram, Overdispersive.

© 2022 Dipublikasikan oleh Jurusan Matematika, Universitas Negeri Semarang

## 1. Pendahuluan

Cuaca dan iklim sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia, terutama curah hujan. Curah hujan di Indonesia memiliki karakteristik yang sangat beragam, yang ditunjukkan oleh tiga pola curah hujan umum: pola curah hujan monsun, pola curah hujan ekuatorial, dan pola curah hujan lokal (Aldrian & Susanto 2003; Hayes 2010). Analisis dan prediksi curah hujan yang akurat diperlukan untuk meminimalkan dampak negatif dari kejadian hujan ekstrem. Salah satu upaya untuk menghasilkan prediksi curah hujan yang akurat adalah metode ensemble yang dimaksudkan untuk memodelkan ketidakpastian. Ketersediaan data juga menjadi isu penting dalam membangun prediksi curah hujan yang baik (Moron et al. 2009). Berkaitan dengan kendala dan permasalahan tersebut, diperlukan suatu model untuk mensimulasikan iklim, memprediksi perubahan iklim masa lalu dan sekarang, serta membuat skenario perubahan iklim masa depan dengan melibatkan data berskala besar. Di beberapa negara maju, banyak penelitian telah dikembangkan untuk memproyeksikan iklim jangka panjang dengan berbagai skenario. Salah satu alternatif yang digunakan adalah menggunakan data North American Multi Model Ensemble (NMME).

Pada saat ini data luaran NMME banyak dimanfaatkan dalam penelitian terutama yang berkaitan dengan curah hujan. Nilai ramalan awal musim hujan dapat diperoleh dari model prediksi yang dibangun berdasarkan data luaran NMME. Tujuan dari penelitian ini adalah memverifikasi hasil prediksi curah hujan yang dihasilkan dari luaran NMME di Maluku Utara. Hal ini karena Maluku Utara merupakan salah satu daerah di Indonesia yang memiliki curah hujan yang tinggi. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan nilai RMSE dan rank histogram. Dengan demikian dapat diketahui performansi nilai ramalan dari hasil luaran NMME.

## 2. Metode

To cite this article:

Faidah, D. Y. (20192). Prediksi Curah Hujan Bulanan dengan *North American Multi Model Ensemble*. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika* 5, 726-730

Pada bagian ini menjabarkan tentang data dan metode yang digunakan dalam penelitian. Metode untuk mengevaluasi hasil luaran dari NMME adalah dengan menggunakan RMSE dan rank histogram. Evaluasi dilakukan dengan mengukur perbedaan nilai aktual dan ramalan dari NMME. Sementara rank histogram dapat digunakan untuk mengetahui apakah data bersidat overdispersive atau underdispersive.

### 2.1. Data

Makalah ini menganalisis dataset NMME untuk menghasilkan prakiraan probabilistik curah hujan di Maluku Indonesia. Dataset observasi adalah grid data berbasis satelit dengan resolusi  $1^\circ \times 1^\circ$  derajat. Data NMME diperoleh dari situs resmi North-American Multi Model Ensemble (NMME) yang tersedia secara online di <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/NMME/>. Model NMME yang digunakan untuk membangun ramalan probabilistik adalah CMC1-CanCM3, CMC2-CanCM4, COLA-RSMAS-CCSM3, COLA-RSMAS-CCSM4 dan GFDL-CM2p1-aer04. Tabel 1 memberikan gambaran singkat tentang model-model NMME yang digunakan. Model selanjutnya dilambangkan sebagai M1 hingga M5 secara berurutan.

**Tabel 1.** Deskripsi dari anggota model ensemble.

Model	Keterangan	Jumlah Anggota Ensemble
M1	CMC1-CanCM3	10
M2	CMC2-CanCM4	10
M3	COLA-RSMAS-CCSM3	6
M4	COLA-RSMAS-CCSM4	6
M5	GFDL-CM2p1-aer04	10

### 2.2. Metode Verifikasi

Analisis dimulai dengan memverifikasi kinerja peramalan ensemble menggunakan plot data deret waktu, rank histogram, dan RMSE yang digunakan sebagai dasar penerapan *post-processing*.

#### 2.2.1. RMSE

RMSE merupakan salah satu metode evaluasi kebaikan model model peramalan yang seringkali digunakan. RMSE mengukur tingkat akurasi hasil peramalan. Nilai RMSE diperoleh dengan mengurangi nilai observasi dengan hasil ramalan yang disebut dengan bias ramalan kemudian dikuadratkan setelah itu dijumlahkan. Perhitungan nilai RMSE dapat dilakukan sesuai dengan persamaan 1 (Wei, 2006):

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (y_t - \hat{y}_t)^2}{T}} \quad (1)$$

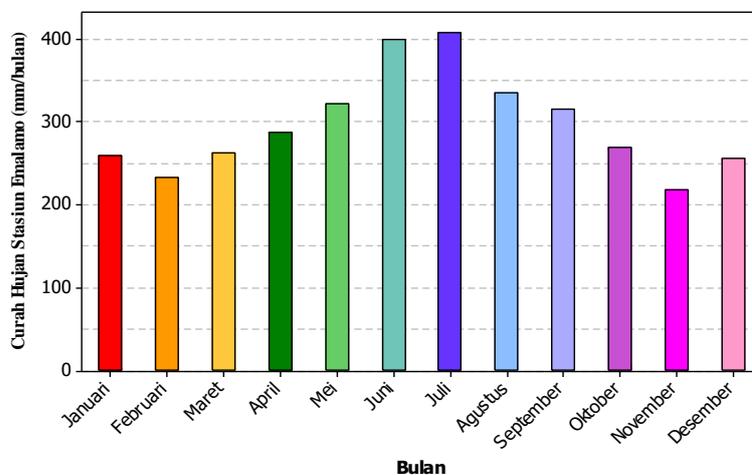
Dimana  $y_t$  adalah nilai aktual pada periode ke- $t$ ,  $\hat{y}_t$  adalah hasil nilai ramalan pada periode ke- $i$ , dan  $T$  adalah banyak observasi yang dilakukan. RMSE sangat sensitif terhadap *outlier*. Adanya nilai *outlier* dapat berpengaruh terhadap akurasi nilai peramalan.

#### 2.2.2. Rank Histogram

Salah satu metode untuk mengetahui performansi peramalan ensemble adalah *rank histogram* atau yang disebut dengan diagram talagrand. Evaluasi peramalan ensemble dilakukan dengan mengidentifikasi pola sebaran nilai ramalan. Proses pembuatan diagram *rank histogram* adalah dengan mengurutkan dari nilai ramalan yang terendah hingga tertinggi sebanyak  $n$  pengamatan. Langkah berikutnya adalah menentukan dimana letak nilai observasi pada anggota ensemble yang telah disusun. Rank histogram dikatakan baik apabila membentuk suatu garis lurus, hal ini berarti bahwa setiap anggota ensemble memiliki frekuensi yang sama (Hamill, 2001).

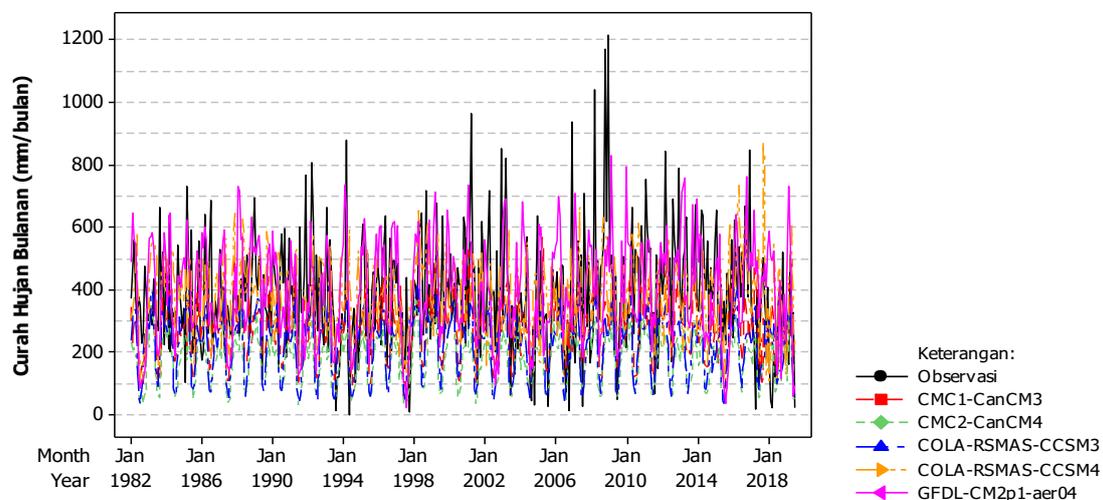
### 3. Hasil dan Pembahasan

Kendala dan permasalahan substansial yang sering ditemui dalam melakukan analisis curah hujan adalah ketersediaan data hujan pengamatan, pencatatan yang terputus-putus, runtun waktu data hujan yang tidak cukup lama, banyak data yang hilang, dan stasiun hujan yang tidak merata (Su et al., 2007). Maluku merupakan salah satu kota di Indonesia yang sering mengalami banjir. Untuk meminimalkan dampak kejadian banjir diperlukan perencanaan dan penanggulangan yang tepat.



**Gambar 1.** Pola Curah Hujan Bulanan Stasiun Emalamo

Pola curah hujan di Stasiun Emalamo memiliki bentuk seperti huruf U terbalik seperti yang disajikan pada Gambar 1. Puncak curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Juli. Karakteristik pola curah hujan di Stasiun Emalamo disebut dengan pola anti *monsoon*. Langkah selanjutnya adalah membuat plot *time series*. Plot *time series* digunakan untuk mengetahui hubungan antara nilai ramalan setiap anggota ensemble dengan data observasi. Selain itu, plot time-series dapat menunjukkan sejauh mana hasil prakiraan dapat menangkap pola curah hujan dengan baik. Plot time series hasil prakiraan untuk lima anggota ensambel dan pengamatan data curah hujan di Stasiun Emalamo Maluku ditunjukkan pada Gambar 2.



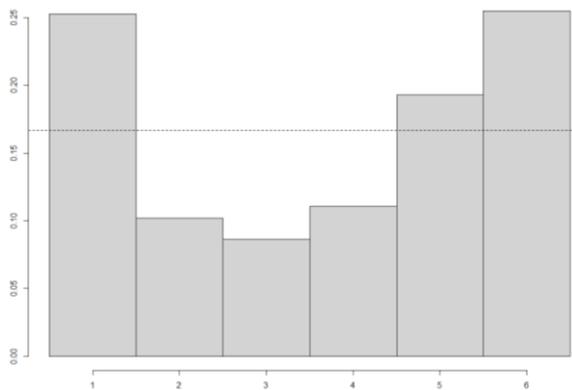
**Gambar 2.** Plot *Time Series* Hasil Ramalan Ensembel dan Observasi di Stasiun Emalamo

Hasil ramalan curah hujan dari anggota ensembel pada masing-masing stasiun perlu dilakukan evaluasi. Evaluasi hasil peramalan tersebut menggunakan RMSE dan rank histogram.

**Tabel 2.** Nilai RMSE masing-masing model ensemble.

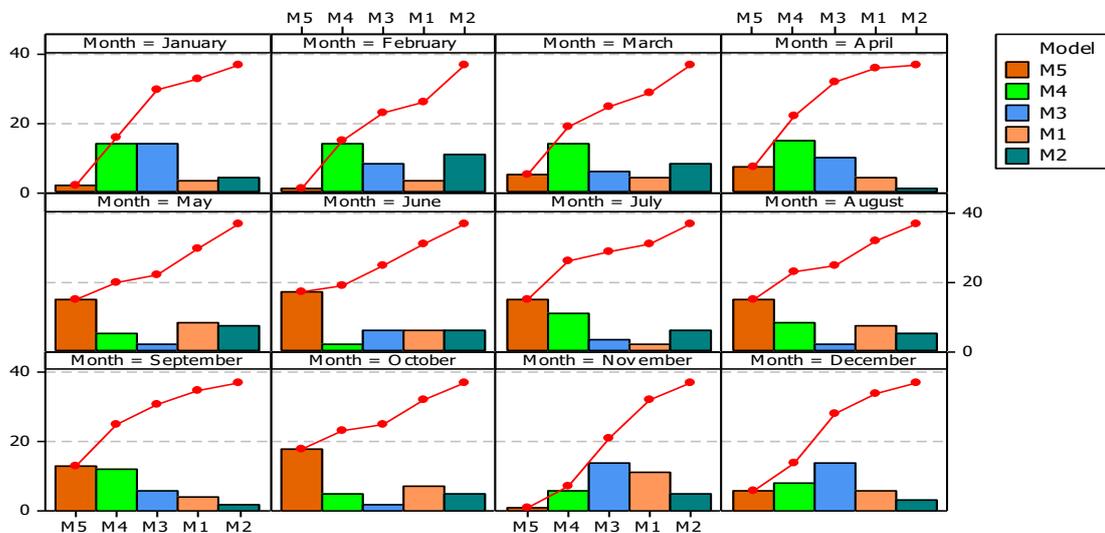
Model	RMSE
CMC1-CanCM3	17.17
CMC2-CanCM4	16.54
COLA-RSMAS-CCSM3	14.86
COLA-RSMAS-CCSM4	14.59
GFDL-CM2p1-aer04	15.11

Tabel 2 menunjukkan bahwa berdasarkan nilai RMSE, model COLA yang terdiri dari model CCSM3 dan CCSM4 memiliki RMSE lebih kecil dibandingkan dengan model CMC dan GFDL. Semakin kecil nilai RMSE maka hasil ramalan dari model semakin baik. Selain menggunakan RMSE, ramalan ensemble dapat dievaluasi dengan menggunakan rank histogram.



**Gambar 3.** Rank Histogram Ramalan Ensemble dan Observasi Curah Hujan di Stasiun Emalamo.

Rank histogram digunakan untuk mengidentifikasi apakah ramalan ensemble bersifat *underdispersive*, *overdispersive* atau *equidispersive*. Ramalan ensemble yang bersifat *underdispersive* memiliki bentuk histogram menyerupai huruf U, sementara ramalan ensemble yang bersifat *overdispersive* memiliki bentuk histogram menyerupai kurva distribusi normal (Möller, 2014). Berdasarkan Gambar 2 Stasiun Emalamo bersifat *underdispersive* karena rank histogram memiliki bentuk menyerupai huruf U.



**Gambar 4.** Nilai bias antara prediksi dan observasi setiap model

Gambar 4 menunjukkan proporsi bias perkiraan ensemble setiap bulannya. Bias peramalan diperoleh dari selisih antara nilai pengamatan dan nilai prakiraan. Semakin kecil nilai bias, maka semakin mendekati nilai ramalan dengan nilai observasi. Pada bulan Januari, CCSM3 dan CCSM4 memiliki frekuensi tinggi. Ini berarti bias peramalan terkecil didominasi oleh CCSM4. Pada Gambar 2, semakin tinggi frekuensinya, semakin baik modelnya karena semakin kecil nilai bias ramalan pada bulan tersebut. CCSM4 dan CCSM3 menunjukkan kinerja yang relatif tinggi ketika memprediksi curah hujan bulanan November-April. Sedangkan pada Mei-Oktober, GFDL memiliki performa yang lebih tinggi dibandingkan model lainnya.

---

#### 4. Simpulan

Penelitian ini mengkaji performansi peramalan curah hujan NMME di Maluku, Indonesia. Setiap model ensemble memiliki performansi yang berbeda dalam memprediksi curah hujan di Maluku. CCSM3 dan CCSM4 memiliki kinerja yang lebih baik dilihat dari RSME yang paling kecil. Berdasarkan nilai bias peramalan bulanan, model CCSM3 dan CCSM 4 memiliki kinerja yang baik pada periode November-April. Sedangkan model GFDL berkinerja baik pada periode Mei-Oktober.

---

#### Daftar Pustaka

- Aldrian E. and Susanto R.D. (2003). Identification of three dominant rainfall regions within Indonesia and their relationship to sea surface Temperature. *International Journal of Climatology*, 23, 1435-1452, DOI: [10.1002/joc.950](https://doi.org/10.1002/joc.950).
- Hamill, T.M., Whitaker, J.S. dan Mullen, S.L. (2006), Reforecasts: An Important Dataset for Improving Weather Predictions. *Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol. 87, hal. 33-46.
- Hayes M., Svoboda M., Wall N. and Widhalm M. (2010). The lincoln declaration on drought indices: universal meteorological drought index recommended. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 92(4), 485-488, DOI:10.1175/2010BAMS3103.1
- Moron V., Robertson A.W. and Boer R. (2009). Spatial coherence and seasonal predictability of monsoon onset over Indonesia. *Journal of Climate*, 22, 840-850, DOI: 10.1175/2008JCLI2435.1.
- Su F., Hong Y. and Lettenmaier D.P. (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, DOI: 10.1175/2007JHM944.1.
- Wang C. and Wang X. (2013). Classifying El Niño modoki I and II by different impacts on rainfall in Southern China and Typhoon Tracks. *Journal of Climate*, 26(4), 1322-1338, DOI: 10.1175/JCLI-D-12-00107.1
- Wei, W.W.S. (2006), *Time Series Analysis Second Edition: Univariate and Multivariate Methods* (2nd eds), New York, United States of America: Pearson Education.