

KOREKSI BIAS STATISTIK UNTUK DATA CURAH HUJAN DI SEKITAR DANAU TOBA MENGGUNAKAN QUANTILE DELTA MAPPING

SYUKRI ARIF RAFHIDA



**DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
Bogor Indonesia

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Koreksi Bias Statistik Untuk Data Curah Hujan di Sekitar Danau Toba Menggunakan *Quantile Delta Mapping*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2024

Syukri Arif Rafhida
G5401201062

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

SYUKRI ARIF RAFHIDA. Koreksi Bias Statistik Untuk Data Curah Hujan di Sekitar Danau Toba Menggunakan *Quantile Delta Mapping*. Dibimbing oleh SRI NURDIATI dan RETNO BUDIARTI.

Danau Toba, terletak di Sumatera Utara, merupakan danau tektonik dan vulkanik terbesar di Indonesia. Danau Toba memiliki iklim ekuatorial dengan ciri curah melimpah sepanjang tahun. Curah hujan tinggi ditambah dengan peningkatan tiap tahunnya akibat perubahan iklim menyebabkan rentannya terjadi cuaca ekstrem yang tidak dapat diprediksi sehingga merugikan warga sekitar. Dengan demikian, diperlukan suatu model prediksi curah hujan yang dapat mengantisipasi dampak curah hujan ekstrem tersebut. Salah satu model prediksi curah hujan adalah ERA5-Land. Namun model prediksi ini memiliki bias yang dapat dihindari. Metode yang dapat digunakan adalah koreksi bias statistik dengan *quantile delta mapping* (QDM) dengan mengkoreksi data model ERA5-Land terhadap data observasi BMKG. Metode QDM yang digunakan pada penelitian ini menggunakan dua jenis metode yaitu menggunakan sebaran perbulan dan lengkap. Hasilnya, kedua metode dapat memperbaiki bias pada Stasiun Silaen, Laguboti dan Doloksanggul, dan juga memperbaiki model di musim kemarau iklim ekuatorial di Mei, Juni, Juli, dan Agustus. Namun metode pertama lebih memperbaiki sebaran model di Silaen, dan Laguboti, sedangkan metode kedua memperbaiki sebaran model di Doloksanggul. Kata kunci: *quantile delta mapping*, curah hujan, Danau Toba

ABSTRACT

SYUKRI ARIF RAFHIDA. The Statistical Bias Correction for Rainfall Data around Lake Toba Using the Quantile Delta Mappings. Supervised by SRI NURDIATI and RETNO BUDIARTI.

Lake Toba, located in North Sumatra, is the largest tectonic and volcanic lake in Indonesia. Lake Toba has an equatorial climate characterized by abundant rainfall throughout the year. High rainfall, coupled with annual increases due to climate change, results in a vulnerability to the unpredictable extreme weather, causing harm to the surrounding communities. Consequently, a rainfall prediction model is needed to anticipate the impacts of such extreme rainfall. One of the rainfall prediction models used is ERA5-Land. However, this prediction model has biases that can be avoided. A method that can be used is the statistical bias correction using the quantile delta mappings (QDM) by correcting ERA5-Land model data against BMKG observation data. The QDM method used in this study employs two types of methods: monthly and full distribution. The results shows that both methods can improve biases at Silaen, Laguboti, and Doloksanggul stations, as well as improve the model during the equatorial dry seasons in May, June, July, and August. However, the first method improves the model distribution more in Silaen and Laguboti, while the second method improves the model distribution more in Doloksanggul.

Keywords: *quantile delta mapping*, rainfall, Lake Toba.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

KOREKSI BIAS STATISTIK UNTUK DATA CURAH HUJAN DI SEKITAR DANAU TOBA MENGGUNAKAN QUANTILE DELTA MAPPING

SYUKRI ARIF RAFHIDA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Matematika pada
Program Studi S1 Matematika

**DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

Penguji pada Ujian Skripsi:
Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, D.E.A.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Skripsi : Koreksi Bias Statistik Untuk Data Curah Hujan di Sekitar Danau
Toba Menggunakan *Quantile Delta Mapping*

Nama : Syukri Arif Rafhida

NIM : G5401201062

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Sri Nurdiati, M.Sc.

Pembimbing 2:

Dr. Ir. Retno Budiarti, M.S.

Diketahui oleh

Ketua Departemen Matematika:

Dr. Ir. Endar Hasafah Nugrahani, M.S.

NIP 196312281989032001

Tanggal Ujian: 20 Mei 2024

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanaahu Wa Ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam ini ialah matematika komputasi, dengan judul Koreksi Bias Statistik Untuk Data Curah Hujan di Sekitar Danau Toba Menggunakan *Quantile Delta Mapping*.

Shalawat dan salam senantiasa penulis haturkan kepada Nabi Muhammad *Shallallahu Alaihi Wasallam*. Seorang nabi yang menuntun ke jalan yang lurus dan penyeru kepada agama yang benar.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Rafly dan Ibu Nurhida selaku orang tua dan Kak Annisa Dzikria Rafhida selaku kakak penulis, yang selalu memberi dukungan, baik doa, moral, dan materi kepada penulis.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Nurdiati, M.Sc. dan Ibu Dr. Ir. Retno Budiarti, M.S. selaku pembimbing, yang telah memberikan ilmu, arahan, motivasi dan waktu untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan karya ilmiah ini
3. Bapak Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, D.E.A. selaku dosen penguji atas segala kritik dan saran yang diberikan.
4. Bang Muhammad Khoirun Najib selaku asisten pembimbing Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Nurdiati, M.Sc. yang telah membimbing secara penuh penulisan karya ilmiah ini.
5. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Sumatera Utara atas segala bentuk kerjasama dalam bentuk data yang telah diberikan kepada penulis.
6. Seluruh dosen Departemen Matematika IPB yang telah penuh keikhlasan membimbing dan menbagikan ilmu kepada penulis.
7. Seluruh staf Departemen Matematika IPB yang telah membantu penulis selama menempuh pendidikan di IPB.
8. Grup pertemanan Sinergi, Alhamdulillah, Kelompok 8, dan Festrek yang telah menemani perjalanan penulis di perkuliahan sampai penulisan karya ilmiah.
9. Teman-teman Matematika 57 yang berjuang bersama,
10. Semua pihak lain yang telah membantu penulisan karya ilmiah ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan..

Bogor, Juli 2024

Syukri Arif Rafhida

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Curah Hujan	3
2.2 Koreksi Bias Statistik	3
2.3 Sebaran Peluang Kontinu	4
2.4 Interpolasi <i>Natural Cubic Spline</i>	6
2.5 Uji Kolmogorov-Smirnov (K-S)	7
2.6 <i>Mean Absolute Error (MAE)</i>	7
III METODE	8
3.1 Metode Penelitian	8
3.2 Sumber dan Jenis Data	8
3.3 Tahapan Penelitian	8
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	11
4.1 Ekstraksi Data	11
4.2 Gambaran Umum Data Hasil Ekstraksi	12
4.3 Identifikasi Sebaran	15
4.4 Koreksi Bias	16
4.5 Evaluasi Model Terkoreksi	21
V SIMPULAN DAN SARAN	26
5.1 Simpulan	26
5.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	29
RIWAYAT HIDUP	40



DAFTAR TABEL

1	Statistik curah hujan di ketujuh stasiun	14
2	Identifikasi sebaran curah hujan observasi bulan Januari tahun 1973–2003 dengan uji K-S	15
3	MAE model curah hujan sebelum dan sesudah dikoreksi bias di periode prediksi (2004–2017) menggunakan QDM dengan koreksi perbulan	22

DAFTAR GAMBAR

1	Skema tahapan penelitian	10
2	Lokasi stasiun cuaca di sekitar Danau Toba (kiri), Data ERA-Land Januari 1973 (kanan)	11
3	Curah hujan Stasiun sekitar Danau Toba tahun 1972–2017 di Pangururan dan Parapat dengan <i>violin chart</i> (atas), dan menggunakan <i>heatmap</i> (bawah)	13
4	Perbandingan curah hujan data observasi (kiri) dan model ERA5-Land (kanan) di tujuh stasiun bulan Januari	14
5	Plot identifikasi sebaran $x_{o,h}$ bulan Januari tahun 1973–2003	16
6	PDF dan CDF data $x_{o,h}$ dan $x_{m,h}$ bulan Januari Stasiun Cuaca Merek	17
7	CDF dan PDF data observasi, model, dan model terkoreksi pada bulan Januari Stasiun Cuaca Merek di periode historis (atas) dan prediksi (bawah)	19
8	PDF data $x_{o,p}$, $x_{m,p}$, dan $\hat{x}_{m,p}$ tahun 2004–2017 Stasiun Cuaca Merek	20
9	Selisih MAE model curah hujan sebelum dan sesudah dikoreksi bias di periode prediksi (2004–2017) menggunakan QDM dengan koreksi perbulan	23
10	Selisih MAE model curah hujan sebelum dan sesudah dikoreksi bias di periode prediksi (2004–2017) menggunakan QDM dengan koreksi keseluruhan tahun	23
11	<i>P-value</i> Uji Kolmogorov-Smirnov dua sampel pada sebaran model terkoreksi QDM jenis 1 dan 2, dan sebaran model sebelum koreksi	24
12	PDF data $x_{o,p}$, $x_{m,p}$, dan $\hat{x}_{m,p}$ tahun 2004–2017 Stasiun Cuaca Pangururan.	37
13	PDF data $x_{o,p}$, $x_{m,p}$, dan $\hat{x}_{m,p}$ tahun 2004–2017 Stasiun Cuaca Parapat.	37
14	PDF data $x_{o,p}$, $x_{m,p}$, dan $\hat{x}_{m,p}$ tahun 2004–2017 Stasiun Cuaca Silaen.	38
15	PDF data $x_{o,p}$, $x_{m,p}$, dan $\hat{x}_{m,p}$ tahun 2004–2017 Stasiun Cuaca Laguboti.	38
16	PDF data $x_{o,p}$, $x_{m,p}$, dan $\hat{x}_{m,p}$ tahun 2004–2017 Stasiun Cuaca Siborong-Borong.	39
17	PDF data $x_{o,p}$, $x_{m,p}$, dan $\hat{x}_{m,p}$ tahun 2004–2017 Stasiun Cuaca Doloksanggul.	39

DAFTAR LAMPIRAN

1	Kode Matlab ekstraksi data model dan interpolasi spline	30
2	Kode Matlab ekstraksi data observasi	31
3	Kode Matlab identifikasi sebaran	31
4	Kode Matlab koreksi bias perbulan	35
5	Kode Matlab koreksi bias lengkap	36
6	PDF data $x_{o,p}$, $x_{m,p}$, dan $\hat{x}_{m,p}$ tahun 2004–2017 di Stasiun Pangururan, Parapat, Silaen, Laguboti, Siborong-Borong dan Doloksanggul	37

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.